BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO

SEGURANÇA DE TRÂNSITO

Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes

Philip Anthony Gold

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO

SEGURANÇA DE TRÂNSITO

Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes

Philip Anthony Gold

1998

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO

SEGURANÇA DE TRÂNSITO

Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes

Philip Anthony Gold

1998

Dedicatória

Dedico este livro a minha esposa Helena e a meus filhos Carolina e Thomas, companheiros desta longa viagem.

APRESENTAÇÃO

A praz-nos publicar em língua portuguesa uma obra que já demonstrou ser de grande utilidade para reduzir os acidentes de trânsito, uma das principais causas de morte no Brasil. Proporciona aos profissionais que trabalham com trânsito uma metodologia para realizar a identificação, análise e correção dos fatores que causam elevados índices de acidentes nos "pontos críticos" da rede de vias urbanas. Os procedimentos e materiais sugeridos são de baixo custo e fácil implantação, sendo assim acessíveis a quase todas as repartições e órgãos de trânsito. Embora este livro se refira principalmente às vias urbanas, as metodologias apresentadas se aplicam também à redução de acidentes em rodovias interurbanas.

Esta obra baseia-se em um trabalho contratado em 1987 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Durante a década de noventa, o conteúdo foi testado, atualizado e revisado como resultado de sua utilização em cursos de treinamento realizados no Brasil pelo Engenheiro Philip Gold, consultor do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) em segurança de trânsito.

O manual tem caráter prático e didático, mostrando os elementos no traçado viário, a sinalização (ou sua ausência) e o comportamento dos motoristas que, separada ou conjuntamente, provocam acidentes. Feito o diagnóstico, examinam-se as técnicas de engenharia de trânsito que podem ser utilizadas para corrigir os problemas, diminuir os acidentes e fazer um acompanhamento dos resultados. Não é um manual normativo, mas ajudará a revelar como as normas vigentes no país podem ser mais ampla e corretamente empregadas.

Uma versão anterior do livro foi agraciada com o Prêmio Volvo de Segurança de Trânsito em 1993 (prêmio correspondente à Região 2, Estados do Rio de Janeiro e São Paulo). O livro foi publicado em espanhol pelo BID, em junho de 1998.

AGRADECIMENTOS

(pela obra original, 1987)

A realização dessa obra se deve ao apoio e à colaboração de numerosas pessoas e entidades, entre as quais destacam-se: a Secretaria de Transportes Urbanos do Ministério de Desenvolvimento Urbano do Brasil, incluindo os Secretários Alcidino Bittencourt Pereira e Januário Élcio Lourenço e o Coordenador Antonio Maurício Ferreira Netto; Adriano Murgel Branco, ex-Secretário de Transportes do Estado de São Paulo; técnicos da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos – EBTU; e um grande números de técnicos e autoridades que cooperaram com o autor durante as visitas técnicas. Do IPLAN/IPEA, destacam-se: Ricardo Luis Santiago, Presidente do IPEA; Flavio Rabelo Versiani, Superintendente do IPLAN; Charles L. Wright, Coordenador de Transportes e Comunicações, que desempenhou a função de supervisor e editor técnico do trabalho; José Alex Sant'Anna, por revisar e comentar o trabalho. Airton Perez Mergulhão e Fernando Antônio Garcia colaboraram na qualidade de co-autores, desenhistas e fotógrafos dos capítulos 10 e 11. A obra original foi realizada na VETEC Engenharia S/C Ltda., com o apoio de Victor Abel Grostein, Roberto Araújo Pereira e outros membros da empresa. Renê José Micheletti fez os desenhos artísticos.

Muitas das idéias e dos exemplos, tabelas e figuras contidas neste livro surgiram do trabalho de Philip Gold na Companhia de Engenharia de Tráfego – CET do Município de São Paulo, entre 1982 e 1986, na Gerência de Segurança e Normatização Técnica. Agradecemos especialmente ao então Presidente da CET, Gilberto Monteiro Lehfeld, por haver despertado o interesse dos técnicos da CET e de outras entidades brasileiras na utilização de medidas de engenharia de tráfego na prevenção dos acidentes.

AGRADECIMENTOS

(pela edição em português, 1998)

Charles L. Wright, Coordenador

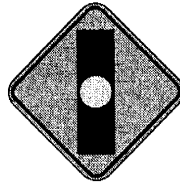
Gloria Vetter fez a adaptação linguística e a composição gráfica desta obra a partir da recém-concluída versão em espanhol. Julio Melgar, Engenheiro de Transporte da Região 1 do BID, fez a revisão técnica do documento em castelhano. José Alex Sant'Anna, Consultor de Transporte do BID, fez a revisão final do documento e preparou o índice remissivo. Sergio Mancilla, Chefe da Divisão de Finanças e Infra-Estrutura Básica, e Ricardo Luis Santiago, Gerente (ambos da Região I do BID) proporcionaram o apoio que permitiu concretizar a publicação desta obra.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA patrocinou o estudo original, que é a base do atual livro. Muito gentilmente, o IPEA cedeu ao BID os direitos autorais em espanhol e português, permitindo que o Banco colocasse a obra à disposição do público das duas maiores comunidades linguísticas da América Latina e do Caribe.

Dois setores da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET do Município de São Paulo, o Departamento de Desenvolvimento de Recursos Humanos e a Assessoria de Segurança de Trânsito, deram autorização para reprodução de numerosas ilustrações, além de facilitar os cursos ditados por Philip Gold para aproximadamente 420 técnicos, o que permitiu ao autor aperfeiçoar diversos capítulos desta obra. Os resultados práticos destes cursos confirmaram que este livro se constitui em uma valiosa ferramenta nos esforços para reduzir os índices de acidentes de trânsito na América Latina e no Caribe.

SUMÁRIO

GLOSSÁRIO DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Associação Americana de Autoridades de Estradas e Transporte)
AT	Atropelamento
BIAT	Banco Informatizado de Acidentes de Trânsito
BID	Banco Interamericano de Desevolvimento
B/C	Índice Benefício-Custo
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CTI	Custo Total de Implantação
C/V	Com Vítima
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DEST	Divisão de Engenharia e Segurança de Trânsito (do DNER)
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DSV	Departamento de Operação do Sistema Viário (São Paulo)
EBTU	Empresa Brasileira de Transportes Urbanos
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FHWA	Federal Highway Administration (Departamento Federal de Rodovias), Estados Unidos
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
HMSO	Her Majesty's Stationery Office (Gráfica Oficial Britânica)
IML	Instituto Médico Legal
INST	Instituto Nacional de Segurança de Trânsito
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
IPLAN	Instituto de Planejamento
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
IPR/DNER	Instituto de Pesquisas Rodoviárias/DNER
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo
IRR	Internal Rate of Return (Taxa Interna de Retorno)
MAAP	Microcomputer Accident Analysis Package (Pacote de Análise de Acidentes por Computadores)
MSU	Manual de Sinalização Urbana
OCDE	Organization for Economic Co-operation and Development (Organização de Cooperação Econômica e Fomento)
ODA	Overseas Development Administration (Agência Britânica de Assistência Externa)
PMSP	Prefeitura Municipal de São Paulo
ROSPA	Royal Society for the Prevention of Accidents (Sociedade Real de Prevenção de Acidentes), Reino Unido
SAT	Sistema de Acidentes de Trânsito
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (São Paulo)
SIG	Sistema de Informação Georeferenciada
SMT	Secretaria Municipal de Transportes (São Paulo)
S/V	Sem Vítima
TIR	Taxa Interna de Retorno
TRRL/TRL	Transport and Road Research Laboratory, atualmente Transport Research Laboratory (Laboratório de Pesquisas sobre Transporte e Rodovias, atualmente Laboratório de Pesquisas sobre Transporte), Reino Unido
VDM	Volume Diário Médio
VPL	Valor Presente Líquido

CAPÍTULO 1

OS ACIDENTES DE TRÂNSITO

1.1 Ilustração do problema no Brasil e seus custos econômicos

Segundo as estatísticas oficiais do Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN, em 1995 foram registrados no Brasil 25.513 mortos e 321.110 feridos em 255. 537 acidentes. Deste total de acidentes, 83.082 correspondem a áreas rurais e 172.455 a áreas urbanas (Tabela 1.1). O DENATRAN não publica dados sobre acidentes sem vítimas, posto que há anos este registro não é obrigatório em muitas áreas do país.

No entanto, o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER registrou, em 1995, 63.063 acidentes sem vítimas somente nas estradas federais com controle policial. O total de acidentes sem vítimas nas áreas rurais pode ser estimado, de forma conservadora, como o dobro deste valor, ou seja 126.126, dado que estas estradas suportam menos de 40% do transporte rodoviário do país (Tabela 1.1). De forma semelhante, podem-se estimar os acidentes sem vítimas em áreas urbanas como quatro vezes maior do que o número de acidentes com vítimas nas cidades, ou 689.820. Este valor apóia-se no fato de que, anos atrás, quando era obrigatório o registro de acidentes sem vítimas em São Paulo, estes variavam entre duas a três vezes em relação ao número de acidentes sem vítimas e, apesar da obrigatoriedade, muitos não eram registrados.

O DNER estimou em US$51.500 o custo médio dos acidentes com vítimas nas estradas sob sua jurisdição, incluindo perdas de receitas futuras, danos aos veículos, custos médico-hospitalares e danos às cargas. Geralmente, estes são os acidentes mais violentos do país, já que ocorrem, em sua maioria, com veículos em alta velocidade e muitos envolvem caminhões. O DNER estima o custo médio dos acidentes sem vítima em US$15.600, considerando apenas perdas materiais de veículos e cargas (Tabela 1.1).

O custo dos acidentes com vítimas em áreas urbanas é baseado nos dados da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET para o Município de São Paulo (atualizados pelo autor para dólares norte-americanos de 1997). A média ponderada dos acidentes fatais e com feridos (incluindo mortos e feridos por atropelamentos) é de US$13.580 por acidente; para acidentes urbanos sem vítimas, o custo estimado pela CET é de US$1.410 (Tabela 1.1).

O custo total dos acidentes alcança a impressionante cifra de US$9,6 bilhões, sendo US$6,6 bilhões para acidentes com vítimas e quase US$3 bilhões para acidentes sem vítimas (Tabela 1.1).

TABELA 1.1
OS CUSTOS DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO NO BRASIL, 1995

Tipo	Rural	Urbano	Total
	Número de Acidentes		
Com vítimas	83.082[1]	172.455[1]	255.537[1]
Sem vítimas	126.126[2]	689.820[3]	815.936
	Custo Médio		
Com vítimas	51.500[4]	13.580[5]	
Sem vítimas	15.600[4]	1.410[5]	
	Custo Total (US$ milhões de 1997)		
Com vítimas	4.279	2.342	6.621
Sem vítimas	1.967	973	2.940
Total	6.246	3.315	9.561

Fontes: (1) DENATRAN; (2) o dobro dos 63.063 acidentes sem vítimas registrados pelo DNER em rodovias federais com controle policial; (3) 4 vezes os acidentes urbanos com vítimas; (4) dados do DNER; (5) cálculo com base em dados da CET.

1.2 Os acidentes de trânsito como problema de saúde pública

Os mortos e feridos de trânsito concentram-se entre pessoas dos 15 aos 55 aos de idade e, nesta faixa etária, os acidentes são uma das principais causas de morte. Segundo dados do Ministério da Saúde, em 1995, a média de idade dos falecidos em acidentes de trânsito era de apenas 33 anos, comparado com 61 anos para as vítimas do câncer e 65 anos para as doenças do coração e circulação. Em relação à expectativa de vida ao nascer, atualmente de 71 anos no Brasil, perdem-se uma média de 38 anos de vida por vítima desses acidentes, contra apenas 10 anos para o câncer e 6 anos para as doenças do coração e da circulação.[1] Assim, perderam-se 964.940 anos de vida esperada com as 96.494 mortes de câncer em 1995, 1.283.394 anos com os 213.899 mortos de doenças do coração e da circulação, e 1.259.890 anos com os 33.155 mortos do trânsito.

O número de mortos registrados em acidentes de trânsito pelo Ministério da Saúde em 1995, 33.155, é 30% superior aos 25.513 mortos registrados pelo DENATRAN para o mesmo ano, citados na página anterior. Os dados do DENATRAN vêm principalmente dos boletins de ocorrência, nos quais as autoridades policiais do trânsito registram as mortes no local do acidente. Em geral, esses boletins não incluem falecimentos de vítimas no caminho ao hospital ou depois de internadas, e o próprio boletim pode não ser preenchido se a polícia não recebe um aviso do acidente ou se o acidente ocorre em uma via não policiada.

A precisão dos dados do Ministério da Saúde depende do sucesso de estabelecer um vínculo entre acidentes e mortes, dado que um paciente pode vir a morrer de uma conseqüência do acidente, como pneumonia ou parada cardíaca, e esta "causa" pode aparecer no atestado de óbito.

Um estudo não publicado da CET, órgão do Município de São Paulo, constatou um número significativo de pessoas feridas em acidentes de trânsito que faleceram em um período de três meses depois do acidente, ainda que o acidente não tenha sido registrado como causa do falecimento. Os dados foram obtidos mediante uma comparação entre três fontes de dados:

- pessoas feridas em acidentes de trânsito no Município de São Paulo, segundo os boletins de ocorrência da Polícia Civil;
- falecimentos motivados por acidentes de trânsito no Município de São Paulo, segundo os atestados de óbito do Instituto Médico Legal – IML, por onde deveriam passar todos os falecidos por morte violenta; e
- falecimentos por qualquer causa no Estado de São Paulo, segundo o arquivo da Fundação Sistema Estatal de Análise de Dados – SEADE.

Constatou-se que o número de falecimentos registrados no IML deveria ser incrementado em 74% para obter o total de falecimentos dos acidentados.

Em uma pesquisa de 1987, o DNER descobriu que, nas rodovias federais no Estado do Rio de Janeiro, o total de mortes aumentou em 54% quando se fez um acompanhamento dos casos de pacientes internados.

Se esses dados são indicativos da infravalorização de falecimentos, os acidentes de trânsito possivelmente passariam à posição de maior problema da saúde pública, perdendo o lugar apenas para as doenças associadas à desnutrição, que se concentram em crianças menores de um ano.

Quanto ao aspecto econômico, o acidente de trânsito tem graves implicações, já que a vítima, com uma média de idade de 33 anos, já recebeu educação, desempenha uma profissão, está no auge de sua capacidade produtiva e tem dependentes a seu cargo, que não estão econômica e afetivamente preparados para a perda de um ser querido.

Os sobreviventes dos acidentes de trânsito portam, com freqüência, deficiências físicas e/ou psíquicas para o resto de suas vidas. Muitos deles terão que enfrentar deficiências como paralisia, perda de membros e cegueira. Sessenta e três por cento dos leitos para pacientes de ortopedia e traumatologia em hospitais brasileiros são ocupados por vítimas de acidentes de trânsito (GEIPOT, 1987, p.15).

1.3 A contribuição potencial da engenharia de tráfego

A crença comum, divulgada inclusive pelos meios de comunicação, é que 90% dos acidentes de trânsito são causados por fator humano e que as únicas soluções são a educação, a fiscalização e a punição dos motoristas e pedestres. Não há dúvida da importância destes fatores e da urgência de medidas corretivas. No entanto, estudos e pesquisas, elaborados no Brasil e outros países, indicam que a inadequação dos veículos, da sinalização e da construção e manutenção das vias e calçadas são fatores contribuintes em muitos acidentes. É possível reduzir significativamente o número de acidentes através da engenharia de tráfego, gerando grandes melhoras sociais independentemente da ocorrência de mudanças na conduta das pessoas no trânsito.

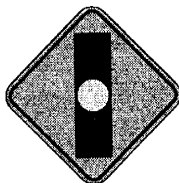
Comparados com os programas de educação e fiscalização do trânsito, os investimentos em engenharia de tráfego apresentam certas vantagens. Em primeiro lugar, os resultados são imediatos e comprováveis, o que dificilmente ocorre com as campanhas publicitárias ou com os programas de educação de trânsito. Em segundo lugar, os resultados tendem a ser mais duradouros e menos dependentes do investimento contínuo de recursos humanos.

Como se poderá comprovar ao longo deste trabalho, algumas intervenções em pontos críticos poderiam reduzir substancialmente a ocorrência de acidentes no local da intervenção, quando não eliminá-los totalmente. Segundo experiências estrangeiras e brasileiras na implantação de um grande número de intervenções viárias de diversos tipos, pode-se esperar uma redução média de aproximadamente 30% na freqüência de acidentes nos locais tratados. Este nível de redução é suficiente para justificar plenamente os recursos investidos, comparando-se o custo da implantação das intervenções com o benefício subseqüente do resultado social dos acidentes evitados.

Quando as medidas de engenharia de tráfego são mais completas e incluem modificações urbanísticas de pequeno porte, os resultados podem chegar a ser ainda maiores (GEIPOT 1987, p.33-34). Em Belo Horizonte, por exemplo, o número oficial de mortes em acidentes decresceu de 1.071 em 1976 para 371 em 1981, através da implantação do Projeto da Área Central (o índice de mortes por 10.000 veículos reduziu-se de 45 para 12). Em Recife, com os programas de engenharia de tráfego, o índice de atropelamentos por 10.000 veículos diminui de 427 em 1970 a 93 em 1985. Em Curitiba, conseguiu-se baixar o número de mortes de 203 em 1980 para 145 em 1983, apesar do crescimento da população e da frota automobilística.

Por último, cabe observar que as intervenções de engenharia do tipo aqui contemplado podem apresentar índices extremamente altos de benefício/custo. Neste sentido, é habitual a recuperação total do valor social do investimento em poucas semanas após a implantação do projeto (ver Capítulo 12).

---

[1] As contas que se seguem são ilustrativas sem serem precisas no sentido demográfico, pois a expectativa de vida hoje de pessoas de 33 ou mais anos seria superior a 71 anos, por terem sobrevivido pelo menos 33 anos.

CAPÍTULO 2

COMO OCORREM OS ACIDENTES E COMO EVITÁ-LOS

2.1 Um acidente

Está chovendo. Um automóvel se aproxima de uma curva a 60 km/h. No meio da curva, o automóvel começa a derrapar, sai da pista e bate contra um poste de concreto. Resultado: um passageiro morto; o condutor e outro passageiro gravemente feridos.

FIGURA 2.1
UM ACIDENTE, VÁRIAS CAUSAS

Desenho: Renê José Micheletti

2.2 História do acidente

Considere a seguinte hipotética história do acidente, que resume algumas características típicas das causas de sinistros viários.

O condutor

Executivo de uma grande empresa, atualmente sob muita tensão profissional. Depois da jornada de trabalho, encontrou-se com dois velhos amigos que o levaram até o bar da esquina, onde distraiu-se com uma conversa sobre os velhos tempos e bebeu mais do que o habitual. Ao sair, estava chovendo. O executivo decidiu levar seus amigos em casa. Não conhecia o trajeto que incluía a curva, local do acidente. Pisou no freio tarde demais.

O automóvel

O automóvel havia saído da oficina mecânica naquele mesmo dia, após uma revisão geral, porém os freios não haviam sido bem ajustados, fato que o motorista desconhecia.

A via e a sinalização

Na curva, a superelevação da pista estava inferior aos padrões recomendados, o pavimento estava gasto e liso e havia um poste da rede elétrica há menos de um metro da pista e sem proteção. Justo antes da curva, havia uma placa de advertência da curva e outra de regulamentação, indicando o limite de velocidade de 30 km/h. Ambas se encontravam parcialmente cobertas pela vegetação que crescia às margens da via.

A regulamentação e a polícia

As placas de regulamentação ao longo da pista indicavam um limite de velocidade de 30 km/h. Não havia policiamento na área na hora do acidente.

2.3 Qual foi a causa?

Para as testemunhas, a causa deve ter sido o excesso de velocidade. Para os médicos, a influência do alcool sobre o motorista. Para o psicólogo, o baixo rendimento do condutor se devia ao estado anormal de tensão. Para o perito em automóveis, foi o mal funcionamento dos freios. Um leigo, inclusive, poderia culpar os amigos do condutor por animá-lo a dirigir sob os efeitos do álcool.

Para o técnico de trânsito, poderia ter sido a superelevação inadequada combinada com o estado derrapante do pavimento liso sob a chuva. Além disso, a presença do poste próximo à pista sem proteção agravou o resultado do acidente. A sinalização não advertiu o condutor do perigo devido à má visibilidade das placas.

Provavelmente todas estas interpretações sejam corretas. O acidente ocorreu devido à existência simultânea de todos esses fatores contribuintes. A eliminação de qualquer um deles poderia ter reduzido significativamente a probabilidade de ocorrer o acidente. Por exemplo, em outra circunstância, onde o condutor do veículo não estivesse tenso e nervoso, seus reflexos talvez tivessem sido melhores, caso não tivesse bebido tanto. Assim, poderia ter visto os sinais e diminuído a velocidade, ou conseguido controlar melhor o veículo, evitando o choque contra o poste, apesar dos freios mal ajustados, da superelevação deficiente, da má localização do poste e da chuva.

Por outro lado, com freios bem ajustados, o automóvel não iria colidir com o poste, mesmo com um condutor álcoolizado e na presença dos demais fatores adversos. Com uma superelevação mais adequada, talvez o veículo não tivesse saído da pista.

Caso a polícia estivesse visível ao longo da estrada, o condutor, talvez não tivesse atingido a uma velocidade tão alta ou talvez a polícia o tivesse apreendido antes da curva.

2.4 Os fatores contribuintes

Os fatores contribuintes neste acidente se dividem em quatro grupos básicos freqüentemente interrelacionados:

- fatores humanos
- fatores relativos ao veículo
- fatores relativos à via/meio ambiente e ambiente construído
- fatores institucionais/sociais

Os *fatores humanos* se referem a todos os fatores vinculados ao comportamento das pessoas envolvidas no acidente. No exemplo, os fatores humanos identificados foram:

- tensão nervosa, devido aos problemas de trabalho
- ingestão de álcool
- desconhecimento do trajeto
- distração, devido à conversa com os amigos

Todos estes fatores contribuíram para diminuir os reflexos do condutor que terminou freando muito tarde. De todos eles, o único fator que talvez aparecesse no boletim de ocorrência policial seria que o condutor se encontrava alcoolizado.[1] Os demais fatores só poderiam ser descobertos em uma entrevista com o condutor ou com o passageiro sobrevivente.

Os *fatores relativos ao veículo* se referem a inadequações no estado operacional dos veículos envolvidos em acidentes. No exemplo, o único fator veículo citado foi o mau ajuste dos freios. Em outros acidentes, constatam-se pneus muito gastos, problemas na direção, amortecedores gastos, limpadores de pára-brisas enguiçados, etc.

Os *fatores reltivos à via/meio ambiente e ambiente construído* se referem a todos os fatores vinculados diretamente às características da via, da sinalização e das áreas mais próximas da via no momento do acidente. No acidente descrito, estes fatores foram: a superelevação inadequada da curva, o pavimento excessivamente liso, o poste de iluminação muito próximo à pista, a vegetação cobrindo as placas e a chuva.

Quando se buscam medidas corretivas para estes problemas, devem-se considerar três grupos de fatores distintos:

- *fatores vinculados ao projeto, à construção da pista e à área de influência* – incluem-se nesta categoria a superelevação inadequada e a distância insuficiente entre o poste e a pista. Estes são fatores relativamente permanentes;
- *fatores vinculados à manutenção do sistema viário* – são o estado desgastado do pavimento e a má visibilidade dos sinais de trânsito. Os fatores deste tipo são sintomas de defeitos no sistema de manutenção;
- *fatores vinculados à natureza* – no nosso exemplo, os fatores que aparecem são a chuva, que agrava o estado da pista (já escorregadia por ser lisa) e a vegetação que camufla os sinais. O homem pode controlar a vegetação e atenuar as conseqüências da chuva, implantando uma boa drenagem e melhorando a iluminação e os limpadores de pára-brisas dos automóveis. Um sinal de advertência antecipado pode diminuir as conseqüências da neblina, etc.

Na história dos acidentes aparecem também os *fatores institucionais/sociais*. Dentro desta classificação destacam-se a regulamentação e a polícia (fiscalização). Habitualmente, estes aspectos não são considerados fatores contribuintes na análise de acidentes e de pontos críticos.

Um código de trânsito é um conjunto de normas no qual se procura definir adequadamente, em todas as situações possíveis, qual deveria ser o comportamento dos usuários do sistema viário (condutores e pedestres), tendo em conta que um acidente implica na culpa de pelo menos um usuário. No entanto, podem ocorrer situações nas quais a sinalização, ainda que seguindo as exigências do código de trânsito, deixe lacunas na informação transmitida aos usuários, o que constitui um aspecto relevante na identificação dos fatores contribuintes.

Constitui-se também em fator contribuinte o treinamento inadequado da maioria dos condutores brasileiros, no que diz respeito às técnicas e atitudes de direção defensiva.

Em relação à segurança de trânsito, a função primordial da polícia de trânsito é fazer com que o usuário cumpra as normas do código de trânsito em geral e, em particular, as relativas à sinalização de trânsito existente no local. A ausência de polícia não libera o usuário de seus deveres e, portanto, a ausência de polícia em um local não pode ser considerada como um fator contribuinte.

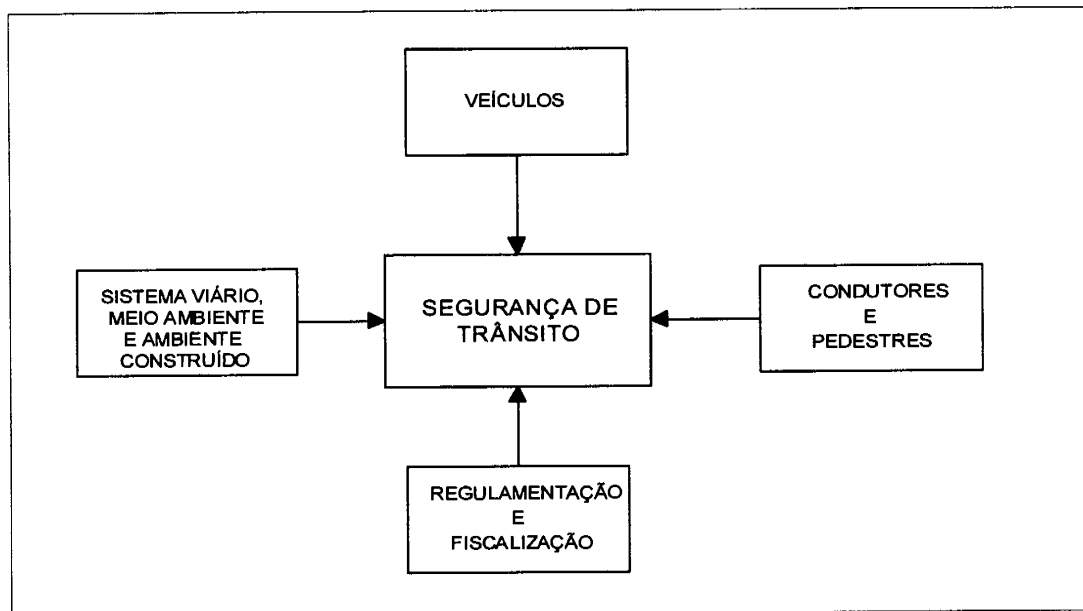
Entretanto, sabe-se que alguns dispositivos de controle de comportamento dos condutores e pedestres funcionam bem apenas com a presença ostensiva da polícia ou de equipamentos de fiscalização automática (radar, medidores de velocidade e câmaras fotográficas) ou quando os condutores supõem a presença policial nas imediações. Talvez o exemplo mais óbvio seja o caso dos limites de velocidade nas estradas. Nenhum país conseguiu controlar a velocidade nas estradas sem recorrer a uma fiscalização permanente ou controles freqüentes. Assim, no caso de acidentes resultantes de excesso de velocidade nas estradas, a ausência de polícia e de equipamentos de fiscalização automática (radares, câmaras) começa a revestir-se de caráter de fator contribuinte.

Deste modo, se a possibilidade (apesar da presença policial) de ter que pagar uma multa elevada ou perder a carteira de condutor é pequena, a impunidade é também um fator contribuinte.

2.5 A função da engenharia

A Figura 2.2 mostra que existem quatro fatores básicos cujas condições, em qualquer instante, são fundamentais para a segurança de trânsito.

Em geral, uma adequação em qualquer destes fatores deve aumentar a segurança. As possibilidades incluem melhor educação de condutores e pedestres; melhor manutenção dos veículos; melhor geometria e sinalização da via; e controle policial mais rigoroso em relação às normas.

FIGURA 2.2
FATORES QUE AFETAM A SEGURANÇA DE TRÂNSITO

No entanto, a área de atuação do especialista em engenharia de tráfego tende a restringir-se às intervenções na via, ou seja, no sistema viário. Sua função primordial, com relação aos pontos críticos, é identificar as disposições que podem reduzir a freqüência de acidentes nestes locais.

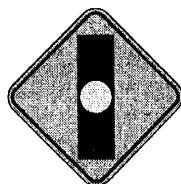
Para cumprir a sua função, o especialista deve estudar a informação disponível sobre os acidentes, inspecionar o local, descobrir padrões e fatores em comum nos acidentes, e identificar e implantar modificações no sistema viário. Estas modificações visam corrigir as inadequações do próprio projeto de engenharia e compensar inadequações nos elementos não controlados pelos engenheiros: o comportamento dos condutores e dos pedestres; as características dos veículos; a regulamentação; e o nível de fiscalização. Uma vez identificadas as intervenções necessárias, o técnico também deve participar no processo de convencer as autoridades a implementarem esses elementos e informar ao público os benefícios dessas medidas e o comportamento desejável na nova situação.

Finalmente, deverá ter uma atitude correta ao elaborar estudos de pontos críticos e intervenções viárias para evitar os acidentes. Durante a análise dos acidentes já ocorridos e durante as inspeções do local, o técnico observará comportamentos de condutores e pedestres absolutamente incompatíveis com a segurança de trânsito. O especialista irá se deparar, também, com inadequações e, inclusive, erros de projeto da via e da sinalização, e carências em sua manutenção.

O objetivo primordial não é atribuir culpa, nem julgar os condutores, pedestres ou engenheiros de tráfego. O técnico deve tentar manter sua objetividade e elaborar as intervenções viárias mais adequadas para atenuar qualquer tipo de fator contribuinte identificado.

Do mesmo modo, caso exista, por exemplo, um serviço de fiscalização de dimensões inadequadas, o técnico deve conceder prioridade aos tipos de intervenções cuja eficácia depende menos da presença da fiscalização. Evidentemente, o técnico, como cidadão, também poderá prestar sua colaboração nas áreas afins.

---

[1] Até 1997, no Brasil, esta circunstância não constava em muitos casos, devido a deficiências na legislação e à carência de detectores de álcool (alcoolímetros, vulgarmente conhecidos como bafômetros), ainda que se soubesse que grande parte dos acidentes envolviam pessoas alcoolizadas.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZAÇÃO DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO

O conhecimento das causas dos acidentes é um requisito para estruturar medidas que diminuam sua incidência. Isto requer informações sobre os tipos de acidentes que ocorrem em um determinado local e visitas técnicas ao local, no dia e hora de maior freqüência de acidentes. Este trabalho começa com um exame dos dados extraídos dos registros de acidentes feitos pela polícia.

3.1 Definições básicas

Acidentes de trânsito

A Organização Mundial da Saúde define *acidente* como: um evento independente do desejo do homem, causado por uma força externa, alheia, que atua subitamente e deixa ferimentos no corpo e na mente.

Outra definição mais simples seria: um evento não intencional que produz ferimentos ou danos.

Assim, um acidente de trânsito pode ser definido como um evento do tipo descrito, que envolve ao menos um veículo que circula, normalmente por uma via para trânsito de veículos, podendo ser o veículo motorizado ou não.

Acidentes sem vítimas

É um acidente que produz danos materiais, sem que destes resultem fisicamente feridas as pessoas envolvidas. Muitos dos acidentes registrados pela polícia como *acidentes sem vítimas* não os são na realidade, por haverem lesões internas que passam despercebidas no momento da confecção do boletim de ocorrência, porém que se manifestam posteriormente, às vezes, inclusive, causando a morte. A coleta de dados confiáveis exige uma retrospectiva de dados dos hospitais e do Instituto Médico Legal (GEIPOT, 1987).

Acidente com vítima

Trata-se de um acidente com ferimentos resultantes, em maior ou menor grau, em pelo menos uma das pessoas envolvidas. Podem-se classificar os ferimentos de cada vítima como *leves ou graves,* porém estes termos não estão bem definidos, especialmente sem a existência de um diagnóstico médico prévio.

Os ferimentos classificados no boletim de ocorrência como leves, podem ser na realidade graves, da mesma forma que o acidente *com vítimas* pode ser classificado como *sem vítimas*. Por outro lado, um ferimento classifi-

cado como grave pode ser na realidade um ferimento leve, como, por exemplo, uma hemorragia forte que se deve apenas a ferimentos superficiais do couro cabeludo.

Neste livro, analisam-se os atropelamentos (acidentes com pedestres como vítimas, excluindo-se acidentes com ciclistas e animais) separadamente dos outros acidentes com vítimas (condutores e passageiros de veículos).[1] Por isso, adota-se a utilização da expressão *acidentes com vítimas* exclusivamente para os acidentes sem pedestres implicados. Conforme esta convenção, qualquer acidente de trânsito pode ser classificado em um, e apenas um, dos seguintes tipos básicos:

- sem vítimas
- com vítimas
- atropelamento

Acidente fatal

Trata-se de acidente de trânsito com resultado de morte de pelo menos uma das vítimas. Alguns acidentes registrados no boletim como *com vítimas* são na realidade fatais devido ao falecimento posterior à data do atestado. O falecimento pode ocorrer inclusive meses depois do acidente (ver a seção 4.2 do Capítulo 4).

3.2 Distribuição geográfica

Área central/Fora da área central

Geralmente, em áreas urbanas, há uma concentração de acidentes de trânsito na área central, onde se localizam a maior parte das atividades de comércio e serviços. Essa concentração não significa que as condições de trânsito na área central sejam necessariamente mais perigosas que no resto da cidade. A concentração reflete os volumes relativamente altos de fluxo de veículos e pedestres na área central.

Por exemplo, nos anos 80, na área central do Município de São Paulo, que ocupa menos de 1% da área total do Município, ocorreram 17% dos atropelamentos, segundo estatísticas da Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, devido ao grande número de veículos e pedestres que ali se concentram.

Interseções/Ao longo da via

Um local que naturalmente apresenta uma alta freqüência de acidentes é a interseção de duas ou mais vias, nas quais ocorrem constantemente movimentos conflitantes entre os veículos e entre veículos e pedestres.

Entre os pontos de interseção, também ocorrem acidentes, porém, tendem a estar disseminados ao longo do percurso.

Em ambos casos, a probabilidade de acidentes aumenta mais, quanto maior for o fluxo de veículos e pedestres.

Pólos geradores

Independentemente de sua localização na área central, nas interseções ou ao longo da via, há os chamados *pólos geradores de tráfego*, que incluem, entre outros, supermercados, centros comerciais, terminais de transportes coletivos, pontos de ônibus e escolas. Estes pólos tendem a ser locais de acidentes, especialmente se não são adotadas disposições para minimizar os riscos.

Pontos críticos

Ponto crítico, segundo a definição geral, significa um local específico que apresenta uma freqüência de acidentes de trânsito excepcionalmente elevada segundo os índices gerais da malha viária. Não existe uma definição absoluta do tipo: "um ponto crítico é um local com mais de x acidentes por ano". Não obstante, poderiam ser adotadas temporariamente definições desse tipo para fins de dimensionamento de políticas e programas de redução de acidentes.

Assim, por exemplo, tem sentido uma política de tratamento de pontos críticos com freqüências superiores a 50 acidentes por ano nas capitais dos estados brasileiros, ainda que nas cidades de pequeno e médio portes seja difícil encontrar um local que apresente uma freqüência tão elevada. De qualquer forma, cada cidade tem seus pontos críticos.

As maiores freqüências de acidentes podem ser registrados em interseções nas quais sempre há fluxos conflitantes de veículos e pedestres. Todavia, há exceções. Por exemplo, os trechos onde existem vários pontos de travessia de pedestres ao longo da via e os trechos viários com uma qualidade de engenharia de tráfego abaixo dos padrões. Deste último tipo, cabe mencionar as curvas com superelevação invertida e os trechos curtos de pista com defeito.

Podemos definir diferentes tipos de pontos críticos em função do aspecto eleito para a análise. Entre outros podemos citar:

- pontos críticos de acidentes em geral;
- pontos críticos de acidentes com vítimas (excluindo o atropelamento);
- pontos críticos de acidentes fatais;
- pontos críticos de atropelamento;
- pontos críticos de acidentes com motocicletas;
- pontos críticos de acidentes que envolvem crianças.

Com freqüência, os pontos críticos assim definidos não são coincidentes. No mapeamento de cada tipo de ponto crítico poderiam ser destacados diferentes locais e, evidentemente, as medidas corretivas mais recomendáveis poderiam ser radicalmente distintas em cada caso.

Como já mencionado, a maior concentração de acidentes de trânsito urbano ocorre habitualmente na área central e, portanto, se concentram nessa área os pontos críticos de acidentes em geral. Todavia, em função da baixa velocidade do trânsito devido ao congestionamento nesta zona, controlada ou não por semáforos, a freqüência de acidentes com vítimas (excluindo os atropelamentos) é relativamente menor que nas vias de alta velocidade.

Igualmente, a distribuição geográfica dos pontos críticos de atropelamentos pode apresentar diferenças em relação aos acidentes em geral e aos acidentes com vítimas. Evidentemente, os atropelamentos ocorrem onde pedestres atravessam a pista. Assim, por exemplo, pode aparecer um ponto crítico de atropelamentos em frente a um terminal de ônibus interurbanos, onde, no entanto, não há acidentes que envolvam apenas veículos. Por exemplo, um trecho de menos de 100 metros da via em frente ao novo

terminal de ônibus Tietê em São Paulo converteu-se, durante uma época, no maior ponto crítico de atropelamentos do Município (40 casos em um ano), quando não existia freqüência significativa de outros tipos de acidentes no local.

Apesar de haver pontos críticos, os acidentes de trânsito em áreas urbanas distribuem-se por toda a malha viária. O conceito de *ponto crítico* pode criar a impressão contrária se a imprensa, o rádio e televisão locais destacam reiteradamente uns poucos pontos críticos como se representassem a maior parte do problema dos acidentes de trânsito. Para ver a falácia dessa idéia, basta citar o Município de São Paulo, onde, nas 100 interseções com maiores freqüências de acidentes registrados nos anos 80, ocorreram apenas:

- 5% dos acidentes registrados em geral
- 3% dos acidentes com vítimas e dos atropelamentos
- 1% dos acidentes com vítimas fatais

Por outro lado, dentre os locais dos 95% dos acidentes restantes encontram-se muitos outros pontos críticos que apresentam freqüências menores, mas ainda acima da média. A maioria destes pontos críticos apresenta situações e fatores contribuintes semelhantes, que permitiriam melhorias padronizadas na sua elaboração e implantação, enquanto que aqueles pontos críticos mais mencionados nos meios de comunicação apresentam situações atípicas e requerem soluções individuais.

Trechos críticos

Trechos críticos são os percursos das vias urbanas ou das rodovias onde ocorrem freqüências elevadas de acidentes, sem que existam grandes concentrações pontuais. Requerem um tratamento do percurso com um todo e, às vezes, das áreas adjacentes.

Áreas críticas

Pode haver áreas da malha viária que apresentem freqüências de acidentes extraordinariamente elevadas devido, por exemplo, a fluxos conflitantes, sinalização inadequada ou mau estado de conservação das pistas.

Interferências temporárias

Qualquer interferência temporária no sistema viário pode gerar repentinamente muitos acidentes em locais que não apresentavam este quadro anteriormente. Os exemplos mais óbvios são as obras e os conseqüentes desvios de trânsito. Estas situações requerem muito cuidado na sinalização e no próprio projeto de desvio, com a finalidade de evitar a criação de *pontos críticos temporários*.

3.3 Distribuição temporal dos acidentes

Os dados por dia de semana e por hora do dia, para o Município de São Paulo, em 1985, oferecem um exemplo em que se destacam as características particulares dos atropelamentos e dos acidentes de veiculares, com ou sem vítimas.

Atropelamentos

Segundo mostra a Figura 3.1,[2] o sábado é o dia de maior índice de atropelamentos, com 17% do total, apesar de que o fluxo de veículos da tarde seja muito inferior ao dos dias úteis. O segundo dia de maior freqüência é sexta-feira, com 15%.

Aos domingos, quando o fluxo de veículos e pedestres é notavelmente menor que nos demais dias, a freqüência média de atropelamentos (13%) permanece quase no mesmo nível que nos dias úteis (exceto sexta-feira).

Nos estudos *in loco* para identificar os fatores contribuintes, destaca-se que no sábado e domingo ocorrem 30% dos atropelamentos. O trânsito tem nestes dias características diferentes dos demais dias.

A Figura 3.2 apresenta as freqüências dos atropelamentos por hora do dia. Podemos observar que o perfil do total de atropelamentos, com hora de pico das 18h00 às 19h00, é muito parecido ao perfil médio para os quatro dias úteis: de segunda a quinta.

Às sextas-feiras, o período de pico se estende das 16h00 às 21h00, com uma freqüência de atropelamentos igual à da hora de pico dos demais dias úteis, o que explica a diferença observada anteriormente.

Aos sábados, o período de pico é maior ainda, das 15h00 às 21h00, com uma freqüência de atropelamentos maior que a dos dias úteis, apesar dos fluxos serem menores. Inclusive, a freqüência de atropelamentos de madrugada (das 00h00 às 6h00) de sexta-feira a sábado, é muito maior que a do mesmo período em dias úteis.

O domingo é o dia de menor freqüência de atropelamentos, porém o volume de atropelamentos que ocorre no período noturno das 00h00 às 6h00, de sábado a domingo, é maior que em qualquer outro dia da semana.

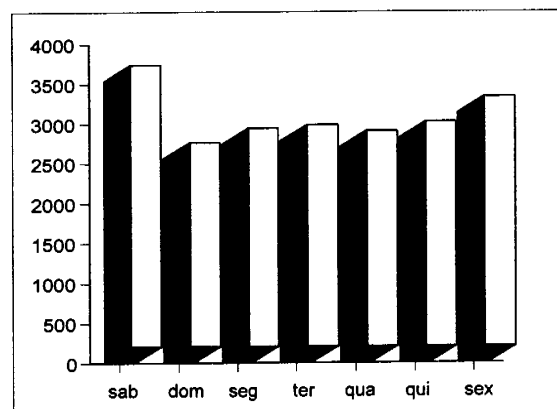
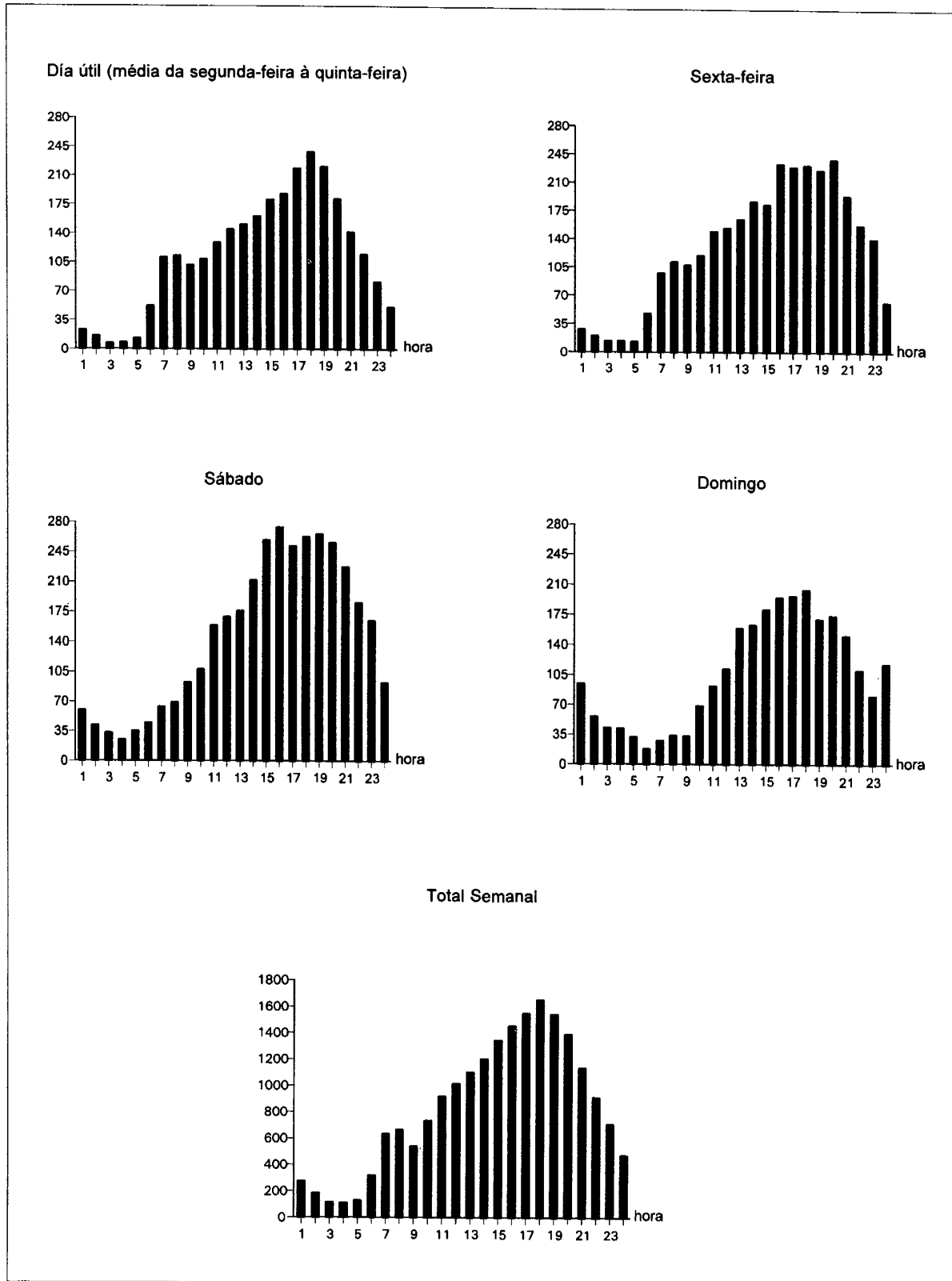
FIGURA 3.1
DISTRIBUIÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ATROPELAMENTOS, POR DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originiais: CET.

FIGURA 3.2
DISTRIBUIÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ATROPELAMENTOS, POR HORA E DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originiais: CET.

Entre os fatores que poderiam explicar essas características citamos:

- nas horas de maior fluxo de veículos e de pedestres é normal haver mais atropelamentos;
- as horas de baixo fluxo de veículos proporcionam velocidades mais altas, o que aumenta o risco de atropelamento e sua gravidade;
- nas noites de sextas-feiras, sábados e domingos, há maior consumo de bebidas alcoólicas;
- as diversões das noites de sextas-feiras e sábado deixam os condutores e pedestres mais cansados no dia seguinte;
- durante os fins de semana há mais pessoas sem experiência conduzindo (os "domingueiros").

Acidentes com vítimas

As Figuras 3.3 e 3.4 mostram que os acidentes de veículos com vítimas apresentam características muito diferentes dos atropelamentos.

O sábado é o dia de maiores índices, com quase 20% do total, frente a 17% dos atropelamentos. Em segundo lugar, para os acidentes de veículos, está o domingo, com 18%, e, para os atropelamentos, está a sexta feira com 15%. A freqüência do sábado é quase o dobro da freqüência dos dias úteis (exceto da sexta-feira).

Durante o fim de semana, somando o sábado e o domingo, ocorrem 38% dos acidentes com vítimas, muito superior aos 30% de atropelamentos. Da segunda à quinta-feira não se observa um período de pico bem definido.

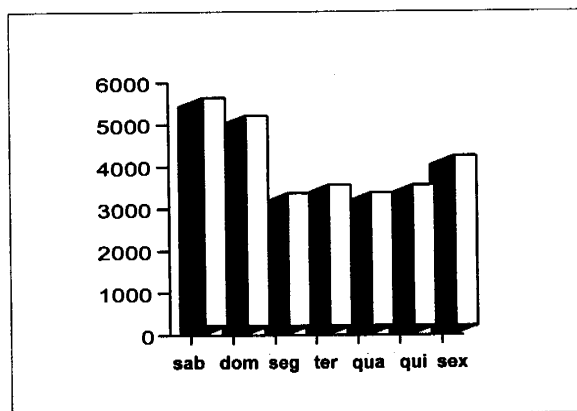
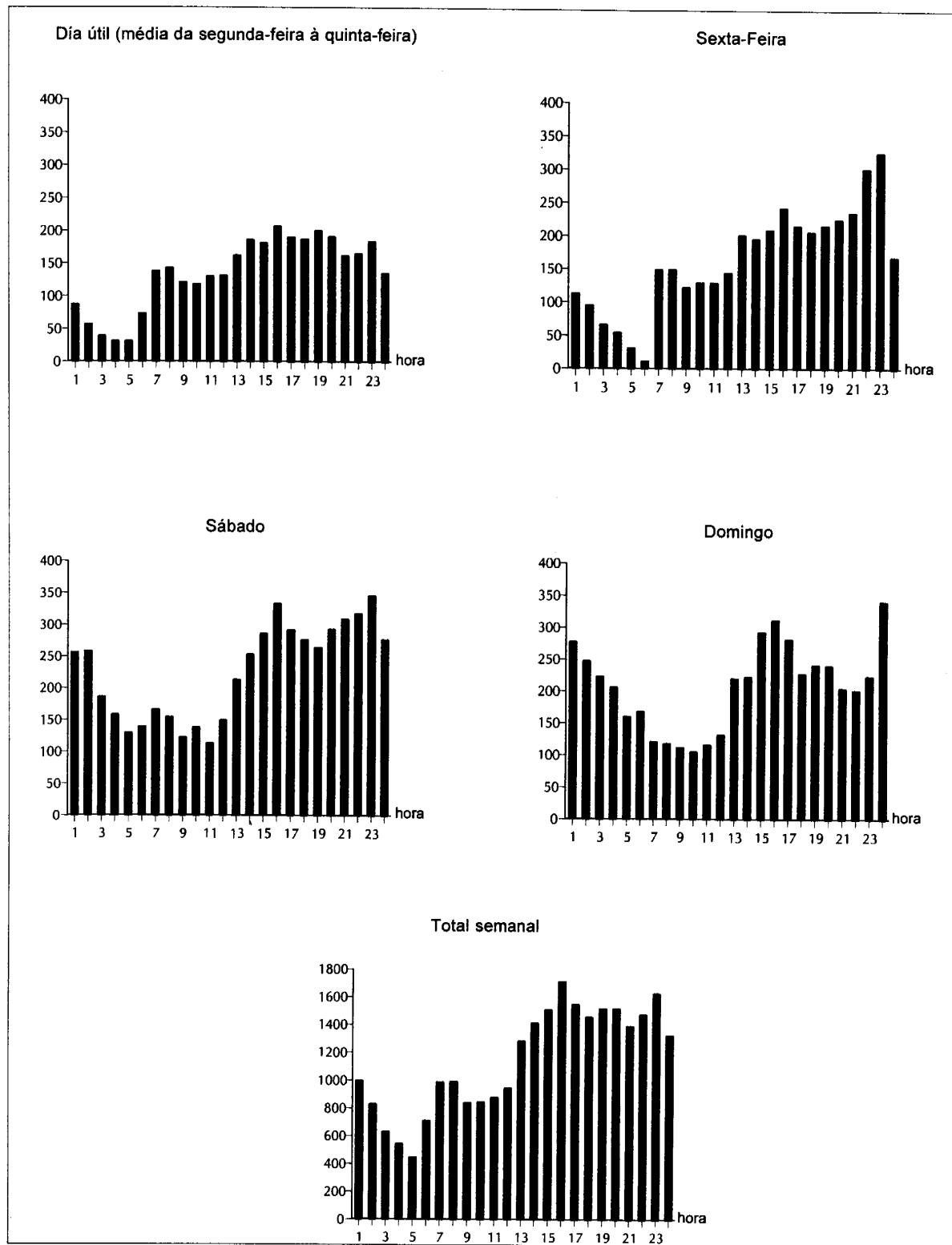
FIGURA 3.3
DISTRIBUIÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES COM VÍTIMAS, POR DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originiais: CET.

FIGURA 3.4
DISTRIBUIÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES COM VÍTIMAS, POR HORA E DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originiais: CET.

De sexta-feira a sábado há um período de pico bem destacado: das 22h00 às 3h00. Depois há um patamar que se estende das 13h00 às 3h00 de domingo; quando a freqüência continua alta até as 7h00 de domingo. O domingo todavia oferece um período de pico das 15h00 às 18h00.

Os fatores que podem explicar estas características são os mesmos citados no caso dos atropelamentos, adicionando o tradicional almoço "alcoolizado" do domingo, que implica na presença de muitos condutores bêbados durante a tarde.

Acidentes sem vítimas

As Figuras 3.5 e 3.6 apresentam as distribuições de freqüência dos acidentes sem vítimas registrados pela polícia. Muitos acidentes desta categoria não são registrados, devido a acordos entre as partes ou à tendência de a polícia registrá-los apenas quando sua presença é solicitada pelos envolvidos. Portanto, estes dados são menos confiáveis que os de atropelamentos e os de acidentes com vítimas.[3]

Não obstante, podemos destacar as seguintes características:

- os dias de menor registro são os sábados e domingos;
- o dia de maior registro é sexta-feira;
- a hora de pico, nos dias úteis, é das 15h00 às 17h00, ainda que a freqüência horária permaneça alta durante toda a jornada comercial;
- na sexta-feira, a hora de pico se estende das 14h00 às 18h00;
- durante o fim de semana, tanto o sábado quanto o domingo têm períodos de horários críticos das 13h00/14h00 às 21h00/22h00.

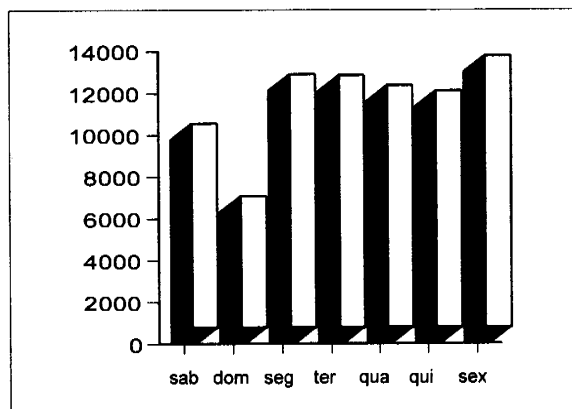
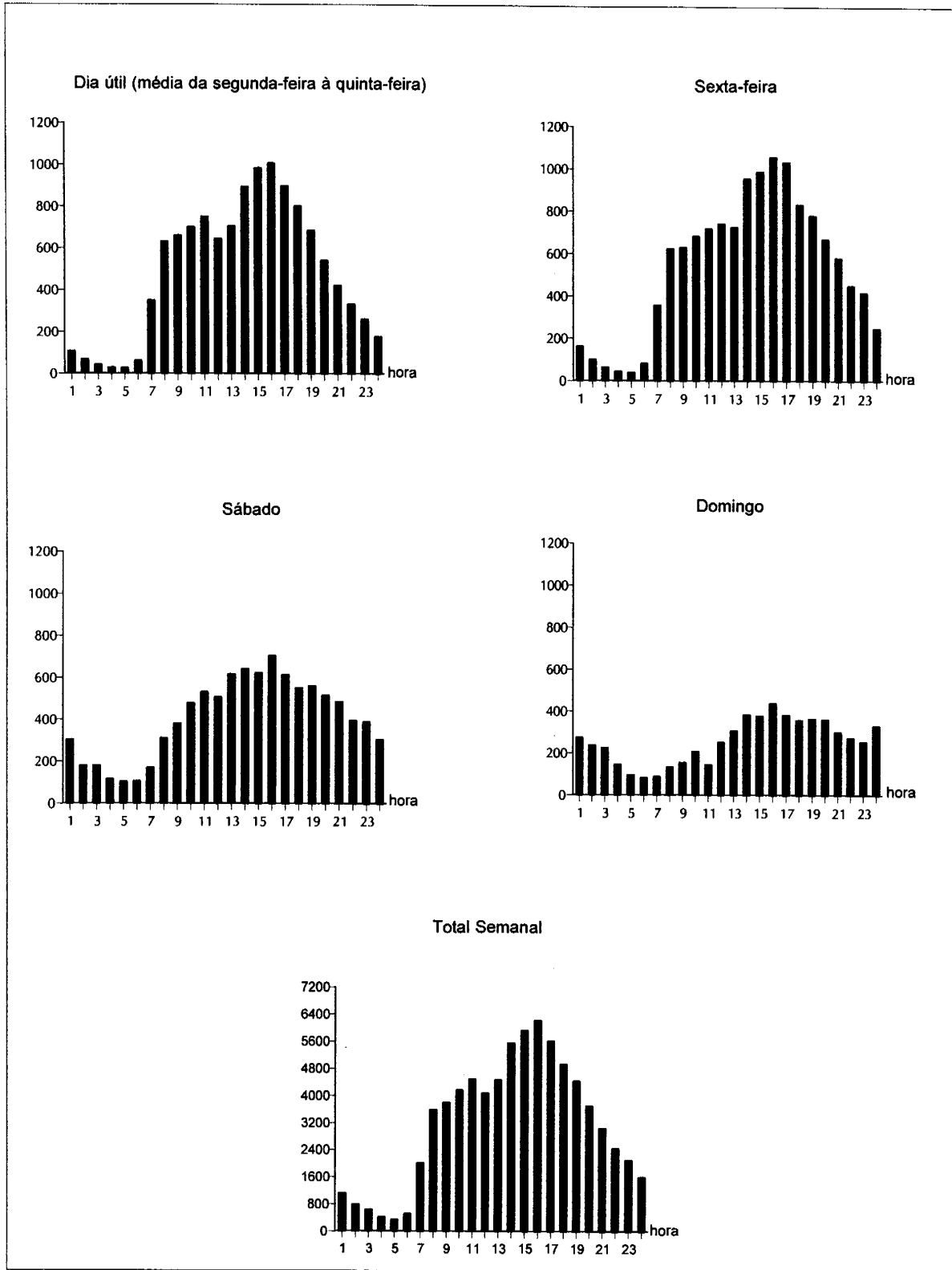
FIGURA 3.5
DISTRIBUIÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES SEM VÍTIMAS, POR DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originais: CET.

FIGURA 3.6
DISTRIBUIÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES SEM VÍTIMAS, POR HORA E DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originiais: CET.

Total de acidentes

O total de acidentes é simplesmente a soma dos acidentes por atropelamento, de veículos com vítimas e de veículos sem vítimas, analisados nos subitens anteriores. Por essa razão não cabe uma análise separada das características. As Figuras 3.7 e 3.8 apresentam as distribuições de freqüência, graficamente.

Importância do conhecimento da distribuição temporal dos acidentes

Os dados sobre a hora e o dia da semana em que ocorrem os acidentes constam, quase sempre, nos boletins policiais. Eles são sumamente importantes para a análise das causas dos acidentes e, por conseguinte, para a eleição das medidas preventivas mais apropriadas, segundo se poderá comprovar nos exemplos descritos na continuação.

Consideramos três lugares que apresentam índices iguais a 20 atropelamentos por ano, entre outros acidentes. Uma análise dos informes policiais mostra as seguintes características:

- Local 1, atropelamentos concentrados nos dias úteis das 11h00 às 12h30
- Local 2, atropelamentos concentrados no sábado das 9h30 às 13h30
- Local 3, atropelamentos sem concentrações acentuadas em horários ou dias específicos

As inspeções de área, em horários e dias de maior incidência, nos locais 1 e 2, e a qualquer hora no local 3, podem nos levar a cada um dos diagnósticos apresentados a seguir.

- No local 1, o problema reside na saída de escolares de três centros nas imediações que têm que cruzar uma rua em condições inadequadas, sem sinalização e sem presença de guardas, com o trânsito passando a altas velocidades e com fluxo constante. Neste caso, a solução pode ser a utilização de sinalização móvel e orientadores de trânsito (possivelmente os professores das próprias escolas) unicamente nas horas de entrada e saída dos alunos.

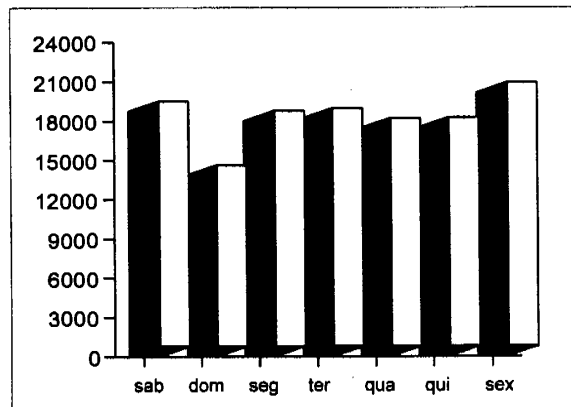
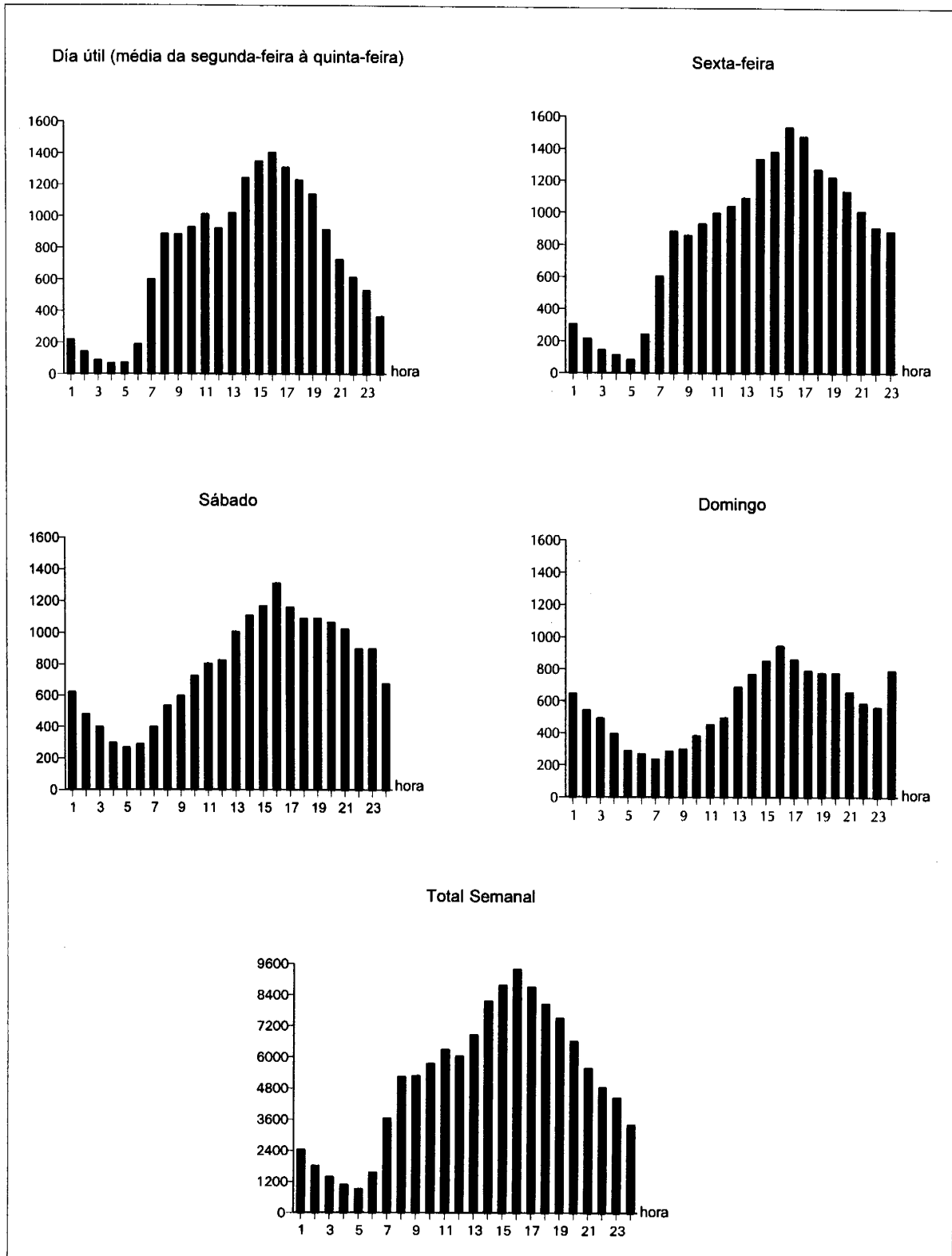
FIGURA 3.7
DISTRIBUIÇÃO DO TOTAL DE ACIDENTES POR DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originais: CET.

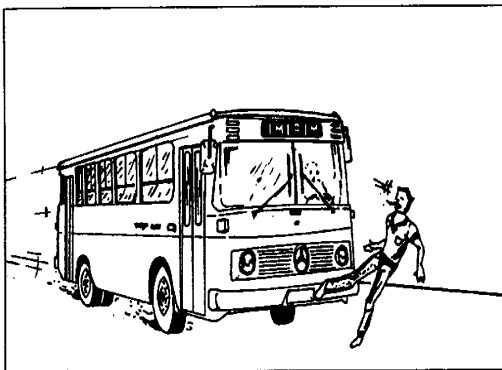
FIGURA 3.8
DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA DO TOTAL DE ACIDENTES, POR HORA E DIA DA SEMANA, SÃO PAULO, 1985

Fonte dos dados originais: CET.

- No local 2, o problema é um grande *shopping center* freqüentado principalmente aos sábados pela manhã e que gera um grande número de travessias de pedestres em uma via principal de mão dupla e em uma interseção com semáforos, porém sem fase própria para a passagem de pedestres. Neste caso, a solução poderia ser, por exemplo: a implantação de uma fase para pedestres no ciclo do semáforo complementada por um semáforo para pedestres e a implantação de refúgios para pedestres no centro da pista.
- No local 3, o problema é a má visibilidade entre pedestres e condutores devido à má localização de floreiras, bancas de jornais e veículos estacionados. Neste caso, pode ser uma solução, por exemplo, a remoção dos obstáculos fixos que perturbem a visibilidade e a implantação de uma ampliação da calçada para evitar o estacionamento na esquina.

Sem o conhecimento que os atropelamentos se concentram em dias e horários específicos, o técnico, encarregado de solucionar os problemas, talvez realizasse as inspeções durante as tardes dos dias úteis e não detectasse o problema dos escolares ou do *shopping center*, ainda que provavelmente identificasse o problema dos obstáculos à visibilidade. Em resumo, dificilmente projetaria medidas adequadas.

3.4 Tipos de acidentes

Atropelamento

É o acidente em que um pedestre ou um animal é atingido por um veículo (motorizado ou não-motorizado). Pode ocorrer na pista ou na calçada. No momento do acidente, o pedestre pode estar cruzando a pista, andando pela calçada ou pela pista, ou parado.

Atropelamento múltiplo é o acidente com duas ou mais vítimas atropeladas.

Às vezes se encontra a classificação de acidentes envolvendo bicicletas e veículos motorizados como "atropelamento" (do ciclista). Recomenda-se analisar separadamente essas ocorrências, já que as bicicletas se comportam no trânsito, e também nos acidentes, mais como veículos motorizados do que como pedestres.

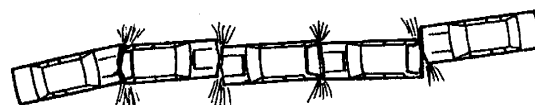
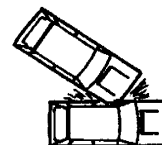
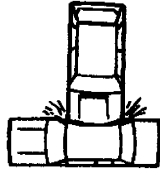
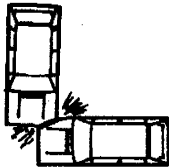
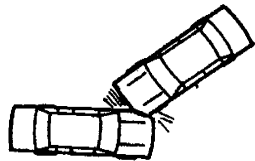
Colisão

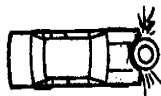
É o acidente entre dois ou mais veículos em movimento, no mesmo sentido ou em sentidos opostos, na mesma faixa da via.

Colisão traseira é a colisão entre dois veículos em movimento, no mesmo sentido.

Colisão Frontal é a colisão entre dois veículos em movimento, em sentidos opostos.

Engavetamento é a colisão de três ou mais veículos, um atrás do outro. Pode ser por colisão traseira,

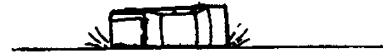
ou pode incluir colisões frontais.

Abalroamento lateral é o acidente entre veículos em movimento em faixas distintas, porém no mesmo sentido, quando um deles inicia uma conversão à esquerda ou à direita.

Abalroamento transversal envolve veículos que vão em direções com um ângulo de 90^0, geralmente em interseções, saídas de estacionamentos, etc.

Abalroamento transversal frontal é uma colisão transversal quando o ponto de impacto entre ambos veículos é a parte dianteira.

Abalroamento lateral em sentidos opostos é o acidente entre veículos que vão em sentidos opostos e em faixas distintas. Geralmente um dos veículos está iniciando uma conversão à esquerda ou à direita.

Choque

É o acidente entre um veículo em movimento e um obstáculo sem movimento.

O obstáculo pode ser outro veículo parado (por exemplo, estacionado ou parado temporariamente em um semáforo) ou um obstáculo fixo. Normalmente, os obstáculos fixos estão fora da via circulável e podem ser entre outros: postes de iluminação, equipamentos de sinalização, árvores, bancas de jornais, cabines telefônicas, caixas de correio, defensas e gradis. Na própria via, incluem-se equipamentos e materiais relacionados às obras viárias e sua sinalização.

Capotagem

É qualquer acidente em que o teto do veículo toma contato com o chão, pelo menos uma vez, durante o acidente.

Tombamento

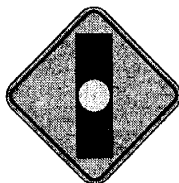
É qualquer acidente, envolvendo um só veículo, em que um dos lados do veículo fica em contato com o chão, ao final do acidente.

Combinação

Pode haver acidentes que combinem dois ou mais dos tipos mencionados anteriormente, por exemplo, um atropelamento que provoca um engavetamento e uma capotagem.

---

[1] Neste livro, "atropelamento" se aplica somente a choques de veículos com pedestres. Recomenda-se seguir esta convenção para evitar categorias confusas ou impróprias, e manter a coerência mediante a classificação do acidente veículo-ciclista e do choque veículo-animal como acidentes veiculares, envolvendo, no primeiro caso, a bicicleta e um veículo motorizado, e no segundo caso, um animal e um veículo motorizado.

[2] Podem-se fazer figuras deste tipo, como as deste capítulo, a partir dos dados estatísticos, utilizando-se um microcomputador e uma planilha eletrônica como Excel, Lotus ou Quattro Pro.

[3] Em certos locais, a omissão de alguns acidentes com vítimas também pode ser alta, ainda que seja legalmente obrigatório registrá-los.

CAPÍTULO 4

COLETA DE INFORMAÇÕES SOBRE ACIDENTES

4.1 A importância das informações sobre acidentes

Em qualquer elaboração de intervenções viárias para reduzir acidentes em pontos críticos, é imprescindível dispor de dados sobre os acidentes ocorridos nos locais das intervenções. A identificação dos pontos críticos, ou seja, dos locais com elevados índices de acidentes, exige um cadastro de acidentes que contenha, pelo menos, as datas e os locais em que ocorreram os acidentes durante um ano ou mais. Igualmente imprescindível é a continuação deste cadastro, para poder avaliar as intervenções viárias implantadas, em função da freqüência de acidentes.

Outro dado importante é a hora do acidente. De pouco servirá, por exemplo, realizar um estudo aprofundado das condições de engenharia de trânsito, em determinado local, durante o horário comercial, se o problema maior for a ocorrência de acidentes no horário noturno, dado que a causa principal pode ser a iluminação pública inadequada ou outro fator que apareça somente à noite.

Outrossim, uma concentração pontual extrema de acidentes ao final da manhã, nos dias úteis, pode estar associada, por exemplo, às entradas e saídas de escolares ou de operários de uma fábrica; enquanto uma elevada incidência durante a madrugada, pode dever-se ao excesso de velocidade quando o fluxo de veículos é baixo.

Essas duas situações requerem habitualmente providências distintas para diminuir o número de acidentes.

O tipo de acidente – atropelamento ou acidente de veículos – é também um dado relevante, já que os fatores contribuintes e as soluções apropriadas podem ser muito diferentes, segundo o caso. É importante distinguir entre os diferentes tipos de acidentes de veículos: colisões traseiras, frontais, laterais, transversais e tombamentos; abalroamentos, choques, capotagens e engavetamentos. Neste caso os fatores contribuintes e as soluções também podem ser muito diferentes.

Para dar a prioridade correta aos pontos críticos, são necessários dados sobre a gravidade dos acidentes. Se o objetivo principal for reduzir os índices de mortes e feridos, será preciso saber quais acidentes resultaram em mortes e quais em ferimentos graves ou leves.

Um leigo no assunto poderia pensar que este último tipo de dado seja supérfluo, já que a uma alta incidência de

acidentes no local deveria corresponder um elevado índice de mortos e feridos. No entanto, a experiência demonstra a falsidade dessa hipótese. Freqüentemente, os locais com maior número de acidentes são as grandes interseções no centro da cidade, onde o congestionamento e os semáforos reduzem a velocidade dos veículos. Assim, prevalecem nessas zonas os acidentes sem vítimas, enquanto os acidentes mais graves ocorrem em locais mais isolados, com menor fluxo de veículos e, por conseguinte, maior velocidade. Esta velocidade, mais alta, aumenta a gravidade dos acidentes.

4.2 Dados disponíveis

Casos em geral

Na maior parte dos municípios brasileiros, os acidentes de trânsito são registrados pelas Delegacias de Polícia Civil. Nas cidades onde existem batalhões de trânsito da Polícia Militar, estes também registram os acidentes, quando são chamados para atendê-los.

Os boletins de ocorrência da Policia Militar são, em geral, mais ricos em informações do que os da Polícia Civil. Os boletins dos acidentes mais graves podem ser preparados no local do acidente pelo policial e proporcionar informações muito úteis para a engenharia de tráfego, na análise do acidente, revelando os fatores contribuintes e permitindo um bom diagnóstico para implementar medidas corretivas. Outra fonte útil de dados é a leitura dos jornais locais dos meses precedentes. De fato, estas publicações costumam oferecer uma descrição do acidente com os nomes dos envolvidos, o que permitirá obter maiores detalhes caso necessário.

Acidentes com vítimas

Os atropelamentos quase sempre resultam em vítimas, já que o pedestre é o elemento mais vulnerável no trânsito. Suas características diferem das de acidentes de veículos e é de suma importância que sejam classificados à parte. Dessas distinções surge a classificação básica dos acidentes de trânsito: acidentes *sem vítimas* (S/V), acidentes de veículos *com vítimas* (C/V) e *atropelamentos* (AT).

Esta classificação, porém, nem sempre é seguida quando se preenche um boletim; deve-se verificar se o acidente classificado como *com vítima* (C/V) é na realidade um *atropelamento* (AT), mediante a leitura do histórico ou descrição do acidente.

O falecimento de uma vítima no local do ocorrido é, habitualmente, registrado no boletim. Entretanto, na grande maioria dos casos, não é registrado no boletim o falecimento de uma vítima após o acidente, no caminho para o pronto socorro, no hospital, durante a internação, ou após dada alta ao paciente.

Existem duas possibilidades para evitar esta perda de informação sobre as vítimas fatais. A primeira é o acompanhamento das vítimas graves, mediante contatos com os hospitais. A segunda é o registro do nome das vítimas e a comparação com os nomes dos falecidos em um período de, por exemplo, 30 dias após o acidente.

Segundo mencionado no Capítulo 1, a Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, de São Paulo, executou uma pesquisa-piloto neste sentido. Elaborou uma lista de nomes das pessoas feridas nos acidentes de trânsito no Município de São Paulo durante um mês e identificou aquelas pessoas que faleceram dentro do prazo de três meses depois do acidente, segundo os atestados de óbito da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE.

A lista resultante foi comparada com os nomes dos falecidos por acidentes de trânsito registrados no Instituto Médico Legal – IML, também dentro de um prazo de três meses depois do acidente. Embora **todos** os acidentes de trânsito devessem passar pelo IML, cerca de 43% dos falecimentos ocorridos nos três meses posteriores aos acidentes não apareceram nos arquivos do IML, principalmente os ocorridos alguns dias ou semanas depois dos respectivos acidentes. Portanto, para obter o total correto, seria necessário, naquele caso, aumentar o total anterior em aproximadamente 74%. Entre outras pesquisas que mostram incrementos nos números de falecidos que constam nos dados oficiais se destacam: Pereira e Ribeiro (1988), em Curitiba (+55%); e DNER (1987), no Estado do Rio de Janeiro (+66%).

No que diz respeito aos falecimentos em acidentes de trânsito, há um ponto importante a definir: até quantos dias após o acidente a morte pode ser considerada como resultado do mesmo? Há tantas respostas como países tentando responder a esta pergunta. Na França, considera-se falecimento por acidente de trânsito aquele ocorrido em um período de seis dias após o acidente. No Japão, este período se estende a um ano.

Considerando que a vasta maioria dos falecimentos ocorre dentro de trinta dias após o acidente, existe um tendência a aceitar este período como limite.

Os boletins policiais analisados para este Guia mostram as seguintes características:

- ausência de normas padronizadas nos boletins procedentes de diferentes cidades e estados, o que dificulta a análise em escala regional ou nacional;
- uma grande variação de qualidade e quantidade dos dados registrados: desde quase nenhuma informação até descrições detalhadas das ocorrências complementadas por croquis bem elaborados;
- diversidade das fontes dos boletins: DETRAN (Departamento Estadual de Trânsito), Polícia Militar, Polícia Civil, segundo a cidade ou o estado de que procedem.

4.3 Complementação dos dados disponíveis

Na hora de estudar um ponto crítico específico, haverá lacunas na informação procedente das fontes citadas. A seguir, veremos alguns dos casos e motivos mais comuns.

- Quando há vítimas, preencher o boletim de ocorrência não é a primeira prioridade do policial que chega ao local. A tarefa mais urgente é auxiliar as vítimas e trasladá-las a um centro hospitalar.

- Nos acidentes sem vítimas e atropelamentos, ao chegar ao local do ocorrido, a polícia freqüentemente não encontra nenhum sinal do acidente, ainda que tenham passado apenas alguns minutos. Caso seja um acidente sem vítimas, é provável que as partes tenham chegado a um acordo e deixado o local sem esperar pela polícia.
- É freqüente, em casos de atropelamento, que o próprio atropelador leve imediatamente o atropelado para um centro hospitalar.
- As lacunas de informação nos boletins podem originar do próprio procedimento para completá-los. Especialmente nos casos sem vítimas, os envolvidos e as testemunhas às vezes retiram os veículos da pista para evitar outros acidentes ou congestionamentos, dificultando o trabalho da polícia na reconstrução da cena do acidente. Nestes casos, a polícia é normalmente obrigada a anotar no formulário correspondente "local prejudicado" e omitir a descrição do acidente, ainda que as testemunhas possam descrever o ocorrido com clareza.

É, portanto, tarefa do técnico que elabora o estudo das intervenções viárias, complementar os dados disponíveis, principalmente através de entrevistas com pessoas conhecedoras do local, tais como comerciantes e vizinhos. Caso se encontre no local um policial com muita experiência em acidentes, é fundamental obter sua visão dos fatos. Outra fonte, de mais fácil acesso, são os próprios envolvidos.

A CET elaborou um trabalho piloto nesse sentido durante 1984-85. Durante dois anos, tentou recopilar mais informações sobre atropelamentos com vítimas fatais, efetuando o levantamento dos dados o mais rápido possível depois do acidente. Um estagiário, especialmente treinado, ia ao local do acidente e preenchia uma ficha (ver Figuras 4.1 a 4.3), com todos os dados técnicos do local e com qualquer informação adicional obtida nas entrevistas, conforme mencionado.

Os melhores resultados foram obtidos quando a investigação se realizou dentro das 24 horas posteriores ao acidente. As fichas foram valiosas, especialmente no aspecto da identificação dos fatores que contribuíram para os acidentes, ainda que estes não aparecessem no informe policial. Estes fatores estavam relacionados com os quatro grupos básicos: fator humano; fator veículo; fator via/ meio ambiente e ambiente construído; e fator institucional/social.

Recomenda-se a utilização de uma ficha como a da Figura 4.1 em todos os trabalhos dessa natureza. (Os nomes das pessoas envolvidas nos acidentes foram modificados em respeito à sua privacidade.)

FIGURA 4.1

FICHA DE DADOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO

LOCAL Rua Prof. Abraão de Moraes x Rua Francisco Tapajós	DATA 4/6/84 | HORA 14:50
ZONA/BAIRRO Água Funda	DIA SEMANA Seg | FERIADO N
REFERÊNCIA/SERVÇOS DE EMERGÊNCIA/HOSPITAL Saúde	SETOR 250 | GET 4
OBSERVAÇÕES	CÓDIGO DO ACIDENTE 04

NOME DA VÍTIMA	SEXO		FERIMENTOS			IDADE	CONHECE O LOCAL?				DIST.
	M	F	FATAL	GRAVE	LEVE		VIVE	ESTU	TRAB	OUTROS	M
Geni da Silva		X	X								

VEÍCULOS AMH 5830 BFX 3456

PARTICIPAÇÃO

HISTÓRICO Camionete Volkswagen em alta velocidade atravessou o sinal vermelho da Rua Abraão de Moraes, chocou-se contra um fusquinha que vinha pela Rua Francisco Tapajós e atropelou uma mulher que cruzava a avenida para tomar o ônibus na Rua Miguel Stefano.

CROQUI

RUA MIGUEL STEFANO
CANTEIRO CENTRAL
ACOSTAMENTO
AUTOMÓVEL
ACOSTAMENTO
CÓRREGO
CÓRREGO
ACOSTAMENTO
CAMIONETE
PEDESTRE
RUA ABRAÃO DE MORAES
CALÇADA
RUA FRANCISCO TAPAJÓS
SANTOS ⟷ IPIRANGA

OBSERVAÇÕES/FONTES: Fluxo de veículos médio/alto. Fluxo de pedestres constante/médio.

– Velocidade alta, principalmente veículos que passam pela Rua Abraão de Moraes.

– Durante a inspeção constatou-se que a maior parte das pessoas que cruzam a avenida preferem passar pelo local onde a vítima foi atingida.

– Não há tempo para a travessia de pedestres no trecho em que a vítima foi atingida, por haver veículos que dobram na Rua Abraão de Moraes.

– Sugestão dos vizinhos: instalar um sinal para pedestres ou aumentar o tempo de abertura da Rua Francisco Tapajós.

INSPECIONADO POR: Irene/Alfredo	DATA 5/8/84	DIA DA SEMANA Seg	HORA 10:00	NÚMERO 145

Fonte: CET

FIGURA 4.2

FICHA DE DADOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO

LOCAL Av. Alcântara Machado sob a passarela		DATA 11/4/84	HORA 21:20
ZONA/BAIRRO Brás Próximo à Alpargatas		DIA SEMANA Qua	FERIADO N
REFERÊNCIA/SERVIÇOS DE EMERGÊNCIA/HOSPITAL		SETOR 430	GET 4
OBSERVAÇÕES		CÓDIGO DO ACIDENTE 04	

NOME DA VÍTIMA	SEXO		FERIMENTOS			IDADE	CONHECE O LOCAL?				DIST.	VEÍCULOS
	M	F	FATAL	GRAVE	LEVE		VIVE	ESTU	TRAB	OTROS	M	
José da Silva	X		X			49						PARTICIPAÇÃO Fugiu

HISTÓRICO Homem embriagado tentava cruzar a avenida e foi atropelado por um veículo.

CROQUI

PRAÇA PRES. KENNEDY
PONTOS DE ÔNIBUS
FAIXA EXCLUSIVA
DE ÔNIBUS
RUA DOS TRILHOS
LOCAL DO
ACIDENTE
LEVE
DECLIVE
AV. ALCÂNTARA MACHADO
2 FAIXAS
3 FAIXAS
PASSARELA
CENTRO
PRISMAS DE
CONCRETO QUEBRADOS
FÁBRICA

OBSERVAÇÕES/FONTES: Fluxo constante de veículos e pedestres.

– Velocidade alta.

– Depois das 22:00 h, as pessoas não utilizam a passarela por ocorrer muitos assaltos.

– Há um mês, uma ambulância atravessou o sinal vermelho e matou uma mulher que estava cruzando a avenida.

INSPECIONADO POR: Irene	DATA 20/6/84	DIA DA SEMANA Qua	HORA 15:50	NÚMERO 149

Fonte: CET

FIGURA 4.3

FICHA DE DADOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO

LOCAL AV. Sapopemba 11.000	DATA 25/5/84	HORA 20:55
ZONA/BAIRRO	DIA SEMANA Sex	FERIADO N
REFERÊNCIA/SERVÇOS DE EMERGÊNCIA/HOSPITAL São Mateus	SETOR 430	GET 4
OBSERVAÇÕES	CÓDIGO DO ACIDENTE 04	

NOME DA VÍTIMA	SEXO		FERIMENTOS			IDADE	CONHECE O LOCAL?				DIST.
	M	F	FATAL	GRAVE	LEVE		VIVE	ESTU	TRAB	OTROS	M
João da Silva	x		X			26					

VEÍCULOS HY 1569 ônibus

PARTICIPAÇÃO

HISTÓRICO Um homem de 26 anos desceu pela porta traseira de um ônibus e ao cruzar a avenida foi atingido por um ônibus da Empresa AVOU (ver croqui) que vinha em sentido contrário.

CROQUI

COHAB
LOCAL DO ACIDENTE
COHAB
LEVE DECLIVE
PONTO DE ÔNIBUS
AV. SAPOPEMBA
DEVAGAR
SINAL
TACHÕES
ESCOLA
SEMÁFORO DE PEDESTRE DE ATIVAÇÃO MANUAL
CENTRO
R. SANGUINA
DECLIVE
PEDESTRE
PONTO DE ÔNIBUS
11.000
DECLIVE
200m
R. LOURIVAL FONTES
TACHÕES REFLETIVOS
SEMÁFOROS

OBSERVAÇÕES/FONTES: Os vizinhos já protestaram porque um menino morreu atropelado por um automóvel.

– Fluxo de veículos médio/alto – velocidade alta.

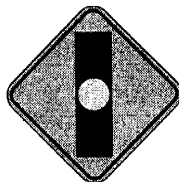
– Fluxo de pedestres constante.

– Segundo os vizinhos, ocorrem muitos atropelamentos nesta pista.

– Durante a inspeção comprovou-se que muitas pessoas, principalmente crianças, cruzam na interseção da Av. Sapopemba x Av. Lourival Fontes por causa do ponto de ônibus e do conjunto residencial da COHAB e o fazem sem utilizar o sinal para pedestres e fora da faixa de pedestres.

Pendência: Voltar à noite para examinar as condições de iluminação pública.

INSPECIONADO POR: Irene/Tavares	DATA 4/6/84	DIA DA SEMANA Sex	HORA 11:50	NÚMERO 180

Fonte: CET

CAPÍTULO 5

IMPLANTAÇÃO DE UM CADASTRO DE ACIDENTES

O primeiro passo necessário para criar um programa de redução de acidentes mediante intervenções viárias é implantar um cadastro com os locais dos acidentes, sua gravidade e outros fatos pertinentes. Neste capítulo, mostra-se como organizar um banco de dados sobre acidentes de trânsito a partir da informação que consta nos boletins da polícia. No item 5.1 descrevem-se as diferentes informações e outorga-se prioridade àquelas consideradas imprescindíveis para um bom trabalho de análise e diagnóstico de pontos críticos.

No item 5.2, apresenta-se um esboço de um banco de dados organizado e operado manualmente (não informatizado). No item 5.3 descreve-se a utilização de microcomputadores e, no 5.4, proporcionam-se exemplos de relatórios informatizados.

5.1 Tipos de dados e prioridades

Os diferentes tipos de dados disponíveis nos boletins de ocorrências policiais podem incluir os seguintes:

- data, hora e local;
- dados básicos sobre os veículos envolvidos;
- dados sobre as pessoas envolvidas;
- testemunhas;
- alguma descrição do acidente (redação e/ou croqui);
- dados sobre o estado dos condutores;
- dados sobre o estado mecânico dos veículos;
- dados auxiliares sobre as condições climáticas, a via e a sinalização no momento do acidente; e
- avaliação da gravidade dos ferimentos.

Dados mínimos

A identificação de pontos críticos requer os seguintes dados mínimos de todos os acidentes ocorridos na área estudada (seja bairro, município ou estrada específica):

- data e hora; e
- local (nome da via e quilometragem ou numeração do imóvel ou, na sua falta, outro ponto de referência; no caso de uma interseção, nomes de todas as vias).

Estes dados permitem a identificação dos pontos com maiores índices de acidentes em geral. No entanto, é normal conceder prioridade aos acidentes com danos pessoais. Por isso, é importante registrar a existência ou não de feridos e/ou mortes e a gravidade dos ferimentos (caso conste no boletim). A classificação habitual é:

- ferimento leve
- ferimento grave
- falecimento

Para esta mesma finalidade, é também necessário registrar o número de pessoas com ferimentos, leves e graves, ou falecidas em cada acidente.

Como se explicou nos capítulos precedentes, a análise de acidentes por atropelamento deve ser diferenciada da análise dos que não envolvem pedestres. Por isso, cada acidente deve ser classificado como:

- sem vítimas (S/V), ou
- com vítimas (C/V), ou
- atropelamento (AT)

A partir destes dados básicos, é possível identificar e mapear os locais com maior freqüência de:

- acidentes em geral
- falecimentos
- ferimentos leves e graves
- atropelamentos

As datas dos acidentes permitem o acompanhamento da evolução da freqüência dos casos em geral e sua gravidade.

A organização das datas por:

- meses do ano – possibilita identificar a estacionalidade ou periodicidade da concentração de acidentes e, inclusive, a existência de outro motivo, como férias, temporada de praia, eventos folclóricos ou turísticos, etc.;
- dias da semana – possibilita identificar os dias da semana mais críticos (aqueles com um maior número de acidentes);
- dias do mês – permite identificar os dias em que algum evento especial aumenta o número de acidentes;
- horas ou períodos do dia permite identificar as horas ou períodos do dia/noite quando aumenta o número de acidentes e os períodos de baixa freqüência, que devem ser evitados para estudar e inspecionar os locais, com o objetivo de identificar os fatores contribuintes.

Em resumo, os dados mínimos permitem identificar os pontos com elevada freqüência de acidentes (dando prioridade à gravidade), os dias mais críticos da semana e os períodos mais críticos do dia, sem entrar em detalhes dos acidentes. Esta informação otimiza a programação dos estudos e inspeções, e freqüentemente sugere alguns fatores contribuintes aos acidentes registrados.

Caracterização básica dos acidentes

Os dados mais relevantes em relação aos acidentes em um ponto crítico são os que descrevem como ocorreram, a trajetória dos veículos implicados, os pontos de impacto e as infrações cometidas pelos condutores e pedestres envolvidos. São os primeiros requisitos para identificar possíveis falhas de engenharia de trânsito ou aspectos que requerem adequação.

O boletim policial pode proporcionar três fontes:

- informe descritivo do acidente;
- croqui das posições finais dos veículos; e
- danos materiais dos veículos (também com croqui).

Quando houver dados suficientes, será possível reconstruir o momento do acidente e o tipo de colisão (traseira, lateral, etc.) ou atropelamento. A trajetória de cada veículo poderá ser descrita, assim como o percurso do pedestre atropelado.

O tipo de veículo também tem importância porque a visibilidade, a velocidade e a facilidade de manobras e de frenagem diferem notavelmente de um veículo para outro (automóvel, caminhão, ônibus ou motocicleta). Se o boletim de ocorrência foi elaborado corretamente, será fácil identificar o tipo de cada veículo envolvido.

Por último, é de grande utilidade conhecer alguns dados dos condutores e pedestres envolvidos. Nos casos de atropelamento, por exemplo, o fator mais pertinente é a idade, já que os comportamentos de pedestres diferem. As pessoas mais idosas (com passos mais lentos e audição e visão deficientes) e as crianças comportam-se de modo distinto dos adultos em geral. A idade dos condutores pode indicar o número de anos de experiência em direção, pois muitos acidentes envolvem pessoas sem experiência. Os condutores de motocicletas, no Brasil, têm um elevado índice de acidentes em seus primeiros 1.000 km percorridos, ou seja, no início de sua experiência.

Fatores ambientais

Os demais dados consignados nos boletins de ocorrência incluem as condições da via, do tempo, da iluminação e da sinalização. Também se deve dar prioridade a estes dados, porque são a base de possíveis intervenções de engenharia de tráfego. Assim, pode-se tratar uma pista para reduzir derrapagens em condições de chuva, melhorar a iluminação ou a sinalização, etc.

5.2 Banco de dados manual

A criação de um banco de dados manual consiste simplesmente na anotação organizada dos dados dos boletins policiais, para facilitar seu uso para a análise e diagnóstico de acidentes em pontos críticos.

Na falta de algo mais sofisticado, pode-se optar por uma simples fotocópia de cada boletim. No entanto, às vezes recomenda-se a utilização de uma ficha-resumo e de um croqui complementar para referência, onde constem dados essenciais, como os que aparecem nas Figuras 5.1 e 5.2.

Exemplos práticos da utilização de fichas deste tipo são apresentados mais adiante no item 7.4 e no Capítulo 9.

Para as fichas que aparecem na Figura 5.2 recomendam-se dimensões de 5 cm x17 cm, o que facilita:

- o preenchimento à mão;
- a leitura de até 20 ou mais fichas em uma mesa normal de escritório; e
- a montagem em folhas de bloco tamanho (A4) para uso direto em relatórios.

O material ideal seria uma ficha de cartolina, que facilita a manipulação e maximiza a durabilidade do arquivo. As fichas podem ser arquivadas por via e interseção, podendo ser utilizadas em qualquer momento para a confecção de análises gerais de acidentes, por hora, por dia, por tipo de veículo, etc., e devolvidas facilmente ao arquivo. O croqui também pode constar no verso da ficha ou, em casos mais complexos, em uma folha que pode ser dobrada e anexada à ficha.

5.3 Banco de dados informatizado

Pode-se facilitar a análise de números elevados de acidentes mediante a transferência dos dados para um arquivo eletrônico. Um microcomputador 486 ou Pentium tem capacidade suficiente para arquivar e acessar todos os dados necessários sobre os acidentes ocorridos ao longo de alguns anos.

FIGURA 5.1
CROQUI COMPLEMENTAR DE REFERÊNCIA

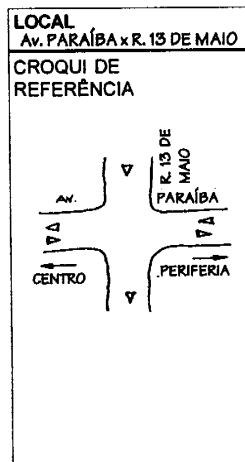



FIGURA 5.2
FICHAS DE DADOS SOBRE ACIDENTES
AVENIDA PARAÍBA x RUA13 DE MAIO

LOCAL
AV.PARAÍBA x R. 13 DE MAIO
REGISTRO
Acidente 15/97
Nº DO BOLETIM DE OCORRÊNCIA
74
DATA
23-10-87
DIA DA SEMANA
Sexta-feira
HORA
06:50
DIA/NOITE
O
TEMPO
Bom
ESTADO DA PISTA
Seca
TIPO DE ACIDENTE
C/V Engavetamento
VEÍCULOS IMPLICADOS
AU x BUS x BUS
CROQUI
BUS AU BUS
1 2 3
HISTÓRICO E OBSERVAÇÕES
Veículo 1 esperando a abertura do semáforo

LOCAL
AV.PARAÍBA x R. 13 DE MAIO
REGISTRO
Acidente 16/97
Nº DO BOLETIM DE OCORRÊNCIA
77
DATA
14-12-87
DIA DA SEMANA
Segunda-feira
HORA
21:05
DIA/NOITE
●
TEMPO
Chuvoso
ESTADO DA PISTA
Molhada
TIPO DE ACIDENTE
C/V Abalroamento transversal
VEÍCULOS IMPLICADOS
AU x MO
CROQUI
1 MO
AU 2
HISTÓRICO E OBSERVAÇÕES
Veículo 1 entrou no cruzamento quando o semáforo estava fechado. Condutor menor: 14 anos.

Hoje em dia, existem programas de informática que permitem incluir no arquivo o croqui do acidente. Um escaner de documentos facilita essa função. Sempre se pode buscar essa informação nos boletins, segundo as necessidades de estudos específicos ou, também, combinar o arquivo informatizado com as fichas-resumo. O número de entrada de cada caso tem que ser o mesmo em ambos arquivos. Assim, o computador pode proporcionar todos os registros das fichas-resumo, para todos os acidentes ocorridos no ponto rua X com rua Y. Caso as fichas-resumo sejam arquivadas numericamente, o acesso se torna fácil e rápido.

Existem no mercado vários sistemas e programas de gestão de banco de dados. Esses sistemas estão em constante inovação e periodicamente aparecem novidades no mercado. Ante essa situação, sempre é aconselhável consultar um especialista antes de tomar uma decisão.

5.4 Exemplos de sistemas informatizados

Neste item, apresentam-se aspectos de quatro sistemas informatizados de bancos de dados sobre acidentes de trânsito. A seleção destes sistemas não significa nenhum tipo de avaliação em relação a outros sistemas existentes. São sistemas conhecidos pelo autor deste Guia e cada um deles oferece aspectos potencialmente interessantes para os leitores.

Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo – CET

A CET, responsável pelo planejamento e operação técnica do trânsito no Município de São Paulo, mantém um banco de dados informatizado sobre acidentes de trânsito ocorridos e registrados no município, desde finais dos anos setenta. Em 1995, o sistema recebeu dados sobre uma média de 538 acidentes por dia, sendo 43 atropelamentos, 76 acidentes com vítimas e 419 acidentes sem vítimas. Cabe recordar que o registro, pela polícia, dos acidentes sem vítimas não é obrigatório, sendo obrigatório apenas o registro dos acidentes com vítimas (sejam fatais ou não).

O sistema da CET, chamado SAT – Sistema de Acidentes de Trânsito, foi criado utilizando a linguagem DBASE. Alguns subsistemas, montados para fins específicos, utilizam também FoxPro. O SAT contém todos os dados principais registrados nos informes policiais e é acessível a qualquer funcionário da CET, via uma rede de microcomputadores instalados nos diferentes escritórios regionais distribuídos pela cidade.

O usuário pode obter, *on line,* tabulações dos dados sobre acidentes, selecionados segundo suas necessidades, por exemplo, dando prioridade aos acidentes com vítimas fatais, com ferimentos graves ou destacando os acidentes com vítimas infantis. Podem-se eleger determinadas zonas, vias ou interseções da cidade; determinadas datas; determinados tipos de acidentes; de veículo, etc. O sistema também emite sistematicamente via rede alguns informes gerenciais periódicos, independentemente da sua utilização individual pelos usuários.

Nas Tabelas 5.1 a 5.3, apresentam-se três exemplos de tabulações que podem ser produzidas pelo SAT.

Na Tabela 5.1, apresentam-se dados sobre os acidentes ocorridos durante o primeiro semestre de 1993 na interseção da Rua Guararapes x Rua Nova Independência.

CADA y CADB são os códigos das duas ruas da interseção.

COD é o código do tipo básico de acidente:

02 – de veículo, com vítima

03 – de veículo, sem vítima

04 – atropelamento

TABELA 5.1
ACIDENTES DE TRÂNSITO – PRIMEIRO SEMESTRE DE 1993

GUARARAPES x NOVA INDEPENDÊNCIA											
CADA	CADB	DATA	HORA	COD	F	VP	DP	TALÃO	VE	VÍTIMAS	D
14780	08377	18/01/93	905	03	C	320		11	1 1		2
14780	08377	20/02/93	845	02	C	2312		7	1001	000001	0
08377	14780	20/02/93	930	02	D		096	659	2	01	0
14780	08377	15/04/93	1550	03	C	BAND		57	1 1		5
14780	08377	12/05/93	815	03	C	BAND		15	2		4
08377	14780	09/06/93	2130	02	D		096	1946	11	01	4

Fonte: CET

F — é a fonte de informação:

C – polícia (militar) de trânsito

D – delegacia de polícia (civil)

VP — identifica a viatura policial que atendeu ao acidente.

DP — identifica a delegacia de polícia.

TALÃO — número do boletim de ocorrência, fonte dos dados.

VE — informa sobre os tipos de veículos envolvidos e a quantidade de cada tipo.

Cada coluna é um tipo de veículo. Por exemplo, a primeira é de automóveis, depois caminhões, ônibus, motocicletas e bicicletas.

VÍTIMAS — informa sobre o número de vítimas e a gravidade dos ferimentos. As duas primeiras colunas consignam as vítimas leves, as colunas três e quatro as vítimas graves, e as colunas cinco e seis as vítimas fatais.

D — indica o dia da semana: 0 = sábado, 1 = domingo, 2 = segunda, etc.

ALT NUM — indica a quilometragem ou número do imóvel mais próximo, para os acidentes ocorridos fora das interseções.

NC — indica que não consta a quilometragem ou número do imóvel mais próximo, no boletim de ocorrência policial.

AMARO, etc. — são os nomes das ruas transversais, nas interseções.

SENT — indica o sentido dos veículos; centro-periferia etc. (Não utilizado na tabulação apresentada.)

Deduz-se, portanto, que ocorreram 6 acidentes, sendo três deles com vítimas e três sem vítimas. A maioria dos veículos envolvidos são automóveis. Houve uma vítima leve e, aparentemente, duas fatais. Dizemos aparentemente porque há indícios de contagem dupla. Uma vítima fatal foi registrada pela polícia de trânsito, da viatura 2312, no dia 20/2/93, às 8h45, e a segunda foi registrada no mesmo dia, 45 minutos depois, na 96ª Delegacia de Polícia. Deve-se averiguar se houve dupla contagem dos acidentes fatais no mesmo local, com este pequeno intervalo. A dúvida pode ser resolvida, eventualmente, com a obtenção dos informes policiais e a identificação do(s) nome(s) do(s) falecido(s).

Na Tabela 5.2, apresentam-se todos os acidentes registrados em 1993 na Rua Dr. Alceu de Campos Rodrigues, nas interseções e fora delas.

TABELA 5.2
ACIDENTES DE TRÂNSITO – 1993
RUA DR. ALCEU DE CAMPOS RODRIGUES

RUA/AV	ALT. NUM.	REF.		DATA	DIA	HORA	COD	VEÍCULOS	VÍTIMAS	SENT	F	VP	DP	TALÃO
		NC		11/07/93	1	1600	03	10010	000000		C	210		103
		NC		07/10/93	5	1630	03	20000	000000		C	300		60
		NC		03/12/93	6	1320	03	20000	000000		C	BAND		20
		NC		30/01/93	0	1430	03	20000	000000		C	260		69
		NC		15/02/93	2	1500	03	20000	000000		C	220		160
		NC		10/06/93	5	2000	03	20000	000000		C	300		66
		NC		17/06/93	5	900	03	20000	000000		C	220		80
	75			18/08/93	4	1420	04	00010	000000		C	2215		09
	237			08/03/93	2	1505	03	20000	010000		C	220		132
	247			20/04/93	3	1130	03	20000	000000		C	220		58
	295			09/01/93	0	1200	04	10000	000001		D			0086
	540			15/02/93	2	1835	03	00000	000000		C	2235	097	14
	560			05/04/93	2	1315	03	20000	000000		C	BAND		40
	722			07/12/93	3	1359	04	10000	000000		D		015	12887
AMARO				07/12/93	3	1330	04	10000	010000		C	2233		14
AMARO				16/12/93	5	1500	04	10000	010000		C	2705		08
AMARO				02/02/93	3	1400	03	10000	000000		C	200		35
AMARO				11/03/93	5	5	02	20000	010000		C	2312		04
AMARO				23/03/93	3	645	04	10000	040000		D		015	2691
AMARO				12/04/93	2	1700	04	10000	010000		D		015	3366
AMARO				26/05/93	4	1405	04	00000	010000		C	2704		09
AMARO				16/05/93	1	1805	02	20000	010000		D		015	4672
CLODOMIRO AMAZONAS				26/09/93	1	130	03	20000	000000		C	BAND		01
CLODOMIRO AMAZONAS				19/10/93	3	1400	03	20000	000000		C	230		55
CLODOMIRO AMAZONAS				20/12/93	2	1645	02	11000	010000		C	2207		15
CLODOMIRO AMAZONAS				25/03/93	5	2100	03	20000	000000		C	BAND		04
JOAO CACHOEIRA				14/12/93	3	1745	03	10100	000000		C	BAND		67
JOAO CACHOEIRA				14/12/93	3	930	03	10000	000000		D		015	13584
JOAO CLIMACO PEREIRA				30/09/93	3	1845	03	20000	000000		C	BAND		40
JOAO CLIMACO PEREIRA				22/10/93	6	1305	03	20000	000000		C	230		117
JOAO CLIMACO PEREIRA				19/04/93	2	1100	03	20000	000000		C	210		90
JOAO CLIMACO PEREIRA				07/06/93	2	1720	03	20000	000000		C	100		24

Fonte: CET

Entre outras coisas, percebe-se que ocorreram aparentemente 8 atropelamentos (código 04). De novo pode haver contagem dupla no caso dos dois atropelamentos registrados no dia 7/12/93 às 13h30 e às 13h59. Pode-se constatar também que todos os atropelamentos ocorreram durante o período diurno.

Por último, na Tabela 5.3, apresenta-se a distribuição dos acidentes registrados, em 1994, na Avenida Antonio Batuira, por dia da semana e por hora do dia, distinguindo os acidentes com vítimas, sem vítimas e os atropelamentos. Constata-se que não houve atropelamentos, que quase todos os acidentes com vítimas ocorreram durante o período diurno, que os acidentes sem vítimas ocorreram em todos os horários, menos de madrugada e, com maior freqüência, em dias úteis do que nos fins de semana.

Em relação aos acidentes com vítimas fatais, introduziu-se recentemente no SAT um subsistema de informações mais detalhadas, não apenas com os dados dos boletins de ocorrência policiais, mas também com dados adicionais, obtidos por meio de investigações complementares realizadas pelos funcionários da CET.

No SAT não se incluiu uma opção gráfica para inclusão dos diagramas de acidentes, com base nos croquis e nas descrições que constam nos informes policiais. Isso se realiza manualmente, por meio de consultas a cópias dos boletins policiais, obtidas em função dos estudos específicos. O sistema não permite, no entanto, o mapeamento automático dos acidentes, principalmente devido à falta de precisão nos dados registrados sobre os locais dos acidentes, especialmente no caso dos acidentes sem vítimas.

TABELA 5.3
ACIDENTES DE TRÂNSITO CLASSIFICADOS POR FAIXA HORÁRIA E DIA DA SEMANA – 1994
AVENIDA ANTONIO BATUIRA

FAIXA HORÁRIA		COM VÍTIMAS							
DE	A	SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	TOTAL
0	59	0	0	0	0	0	0	1	1
100	159	0	0	0	0	0	0	0	0
200	259	0	0	0	0	0	0	0	0
300	359	0	0	0	0	0	0	0	0
400	459	0	0	0	0	0	0	0	0
500	559	0	0	0	0	0	0	0	0
600	659	0	0	0	0	0	0	0	0
700	759	0	1	0	0	0	0	0	1
800	859	0	0	0	0	0	0	0	0
900	959	0	0	0	1	0	0	0	1
1000	1059	0	0	0	0	0	0	0	0
1100	1159	0	0	0	0	1	0	0	1
1200	1259	0	0	0	0	1	0	0	1
1300	1359	0	0	0	0	1	0	1	2
1400	1459	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	1559	1	0	0	0	0	0	0	1
1600	1659	0	0	0	0	0	0	0	0
1700	1759	0	0	0	0	0	0	0	0
1800	1859	0	0	0	0	0	0	0	0
1900	1959	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	2059	0	0	0	0	0	0	0	0
2100	2159	0	0	0	0	0	0	0	0
2200	2259	0	0	0	0	0	0	0	0
2300	2359	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		1	1	0	1	3	0	2	8

FAIXA HORÁRIA		SEM VÍTIMAS							
DE	A	SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	TOTAL
0	59	0	0	0	0	0	0	0	0
100	159	1	0	0	0	0	0	0	1
200	259	0	0	0	0	0	0	0	0
300	359	0	0	0	0	0	0	0	0
400	459	0	0	0	0	0	0	0	0
500	559	0	0	0	0	0	0	0	0
600	659	0	0	0	0	0	0	1	1
700	759	0	2	0	0	0	0	0	2
800	859	0	0	2	0	1	1	0	4
900	959	0	1	0	0	0	0	2	3
1000	1059	0	0	1	2	0	0	1	4
1100	1159	0	0	0	0	0	0	0	0
1200	1259	0	0	1	0	0	1	2	4
1300	1359	0	0	1	0	1	0	1	3
1400	1459	0	0	2	0	1	1	1	5
1500	1559	1	0	0	1	0	0	1	3
1600	1659	0	0	0	2	0	0	1	3
1700	1759	0	0	0	0	0	0	0	0
1800	1859	1	1	1	0	1	1	0	5
1900	1959	0	0	1	0	1	0	0	2
2000	2059	0	1	1	0	0	2	0	4
2100	2159	1	0	0	1	0	0	0	2
2200	2259	1	0	0	0	0	0	0	1
2300	2359	0	0	0	1	0	1	0	2
TOTAL		5	5	10	7	5	7	10	49

FAIXA HORÁRIA		ATROPELAMENTO							
DE	A	SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	TOTAL
0	59	0	0	0	0	0	0	0	0
100	159	0	0	0	0	0	0	0	0
200	259	0	0	0	0	0	0	0	0
300	359	0	0	0	0	0	0	0	0
400	459	0	0	0	0	0	0	0	0
500	559	0	0	0	0	0	0	0	0
600	659	0	0	0	0	0	0	0	0
700	759	0	0	0	0	0	0	0	0
800	859	0	0	0	0	0	0	0	0
900	959	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	1059	0	0	0	0	0	0	0	0
1100	1159	0	0	0	0	0	0	0	0
1200	1259	0	0	0	0	0	0	0	0
1300	1359	0	0	0	0	0	0	0	0
1400	1459	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	1559	0	0	0	0	0	0	0	0
1600	1659	0	0	0	0	0	0	0	0
1700	1759	0	0	0	0	0	0	0	0
1800	1859	0	0	0	0	0	0	0	0
1900	1959	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	2059	0	0	0	0	0	0	0	0
2100	2159	0	0	0	0	0	0	0	0
2200	2259	0	0	0	0	0	0	0	0
2300	2359	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: CET

Banco Informatizado de Acidentes de Trânsito – BIAT

O BIAT foi desenvolvido por consultores, em São Paulo, para criar um sistema cuja característica principal fosse a simplicidade de utilização para técnicos de cidades pequenas e médias que estavam montando um banco de dados. O BIAT recebeu a aprovação técnica do Instituto Nacional de Segurança de Trânsito (INST), de São Paulo, uma entidade sem fins lucrativos. À semelhança do sistema da CET, sua principal fonte de dados são os boletins de ocorrência policiais. Os dados são diretamente introduzidos no computador por meio de telas padronizadas que solicitam informações. O sistema verifica imediatamente a consistência de cada dado introduzido, pedindo correções conforme necessário.

Várias opções de relatórios gerenciais estão disponíveis e pode-se criar qualquer tipo de tabela, cruzando os diferentes tipos de dados.

O BIAT, baseado na linguagem C++, inclui também um programa gráfico que permite incluir os diagramas de acidentes, baseados nos croquis e nas descrições encontradas nos boletins policiais. Como no sistema da CET, não inclui a possibilidade de mapeamento automático.

Até março de 1997, o sistema havia sido implantado em cerca de dez cidades brasileiras. Em função da experiência nestas cidades, o BIAT se encontrava em fase de atualização e de ampliação na época de redação final deste trabalho.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER

A Divisão de Engenharia e Segurança de Trânsito (DEST) do DNER tem um banco de dados sobre acidentes registrados nas estradas sob a jurisdição federal. Em 1995, o sistema recebeu dados sobre 95.514 acidentes registrados, uma média de 260 acidentes por dia, distribuídos por uma rede rodoviária de quase 37.000 km de extensão.

O sistema foi criado utilizando a linguagem Cobol e emite informes gerenciais periódicos. Em geral, o sistema não foi organizado com a finalidade de permitir o acesso direto aos dados por parte dos funcionários do DNER ou outros interessados; estes devem solicitar informes especiais à DEST.

O DNER utiliza o software FORPRINT *for Windows* para a extração de informes isolados, resultando, assim, a leitura e a interpretação das listas extremamente fáceis e auto-explicativas, conforme se demonstra na Tabela 5.4. Nessa tabela apresenta-se uma página do relatório expedido a pedido do BID, durante as missões referentes ao empréstimo para a duplicação dos 700 km da estrada que liga São Paulo a Florianópolis.

O relatório da Tabela 5.4 apresenta todos os acidentes registrados nos trechos da estrada de São Paulo a Florianópolis durante um ano, ordenados segundo o local do acidente. Lê-se rapidamente a data, o dia da semana, a hora do dia, o tipo de acidente (atropelamento, colisão traseira, etc.) e a gravidade dos ferimentos sofridos pelas vítimas. O relatório permitiu que os técnicos examinassem, de imediato, os locais destacados por acidentes graves e, em cada local, os tipos de acidentes mais comuns e os dias da semana e as horas do dia em que se concentravam. Essa análise levou à identificação de muitas das prováveis causas de acidentes, inclusive antes da realização das inspeções técnicas na área. Por exemplo, a existência de muitas saídas de veículos da pista, em trechos curtos, indicava a probabilidade, quase sempre confirmada, de curvas com características geométricas e/ou topográficas inadequadas.

Na Tabela 5.4, constata-se que:

- deve existir uma curva perigosa entre o km 28 e o km 29, com postes próximos à pista ou com barranco ou outro perigo, que converte as saídas das pistas em acidentes graves ou fatais;
- a necessidade da separação física dos sentidos de trânsito é evidente entre o km 29 e o km 30, onde registram-se muitas colisões frontais e laterais em sentidos opostos todos os dias da semana e todas as horas do dia e da noite;
- deve existir um fluxo significativo de pedestres cruzando a pista, entre o km 32 e o km 33, especialmente durante os fins de semana, segundo indicam os atropelamentos registrados.

O sistema não contempla a criação automática de croquis de acidentes ou seu mapeamento. Não obstante, na época da redação deste Guia, encontrava-se em estudo a conexão deste sistema com um sistema SIG (Sistema Informação Georeferenciada), montado para a integração de todos os tipos de dados técnicos do DNER, o qual permitiria o mapeamento automático.

O Pacote de Análise de Acidentes por Microcomputadores – MAAP (Microcomputer Accident Analysis Package)

O MAAP foi desenvolvido no Reino Unido pelo TRL – Transport Resarch Laboratory (ex-órgão do governo, recentemente privatizado) para a Overseas Development Administration – ODA (órgão do governo) com a finalidade de tentar resolver os problemas detectados em países em desenvolvimento: carência de dados disponíveis sobre acidentes de trânsito, falta de sistematização dos dados existentes e disponibilidade limitada de técnicos altamente qualificados.

O sistema MAAP permite o registro dos dados diretamente no computador, a emissão de relatórios gerenciais padronizados e a confecção de relatórios avulsos, segundo as necessidades dos usuários. Pretende ser um programa "amigável", ou seja, de fácil utilização por pessoas sem muita formação em informática.

Ao contrário dos demais sistemas apresentados, o MAAP permite o mapeamento dos acidentes, de muitas formas diferentes, utilizando como base mapas esquematizados da malha viária e páginas em cores, capturadas por escaner, dos guias da cidade.

O MAAP não aceita os croquis dos acidentes, porém permite a inclusão dos demais dados das fichas ou de conjuntos de fichas-resumo, descritas anteriormente no item 5.2, facilitando a identificação de fatores contribuintes comuns entre vários acidentes.

Observatório de Acidentes e Trânsito – OAT

Em Curitiba, como parte do Projeto de Transporte Urbano (com financiamento parcial do BID), a Prefeitura está montando um banco de dados sobre acidentes de trânsito que integra todas as fontes identificadas, como boletins de ocorrência, fichas de hospitais e registros do Instituto Médico Legal (IML). O software é estruturado para aceitar dados que venham a ser obtidos de novas fontes, como entrevistas com pessoas que viram ou estiveram envolvidas no acidente. O acompanhamento sistemático de dados dos hospitais e do IML permitirá registrar as mortes de vítimas de acidentes que ocorrem no caminho ao hospital, ou dias, semanas ou meses após o acidente.

O sistema OAT receberá, também, dados sobre fluxos de tráfego de veículos e pedestres, obtidos por contagens manuais e automáticas, o que permitirá o cálculo automático de índices de acidentes e vítimas, relacionando-os aos volumes de tráfego. O sistema terá a flexibilidade necessária para efetuar a análise dos dados para todos os tipos pertinentes de pesquisa. Será possível mapear os acidentes, mediante o acoplamento do banco de dados ao Sistema de Informação Georeferenciada do Município.

5.5 Observações adicionais

Além de ser uma ferramenta básica para identificar, analisar e dar prioridade às medidas de correção de pontos críticos, o cadastro de acidentes revela-se útil em muitas outras situações. Por exemplo: o prefeito recebe um queixa de que estão ocorrendo muitos acidentes na esquina das ruas X e Y; em questão de minutos (ou segundos), o cadastro lhe permite saber que houve apenas um acidente nos três últimos anos, ocorrido às 2 horas da manhã de um domingo, quando um automóvel chocou-se contra um muro localizado a 2 metros da pista, havendo suspeita de embriaguez. Em outra ocasião, através de uma rápida consulta telefônica, poderá responder a um vereador que uma obra que está pendente de aprovação deverá reduzir significativamente o número de acidentes na esquina das avenidas S e T, onde ocorreram 21 acidentes com vítimas no ano anterior.

A existência de um cadastro atualizado é, obviamente, condição imprescindível para monitorar e avaliar o progresso do programa de segurança de trânsito, assim como para formular solicitações de recursos, para iniciar, manter ou expandir tal programa.

TABELA 5.4
LISTA PARCIAL DE ACIDENTES NA
RODOVIA SÃO PAULO – FLORIANÓPOLIS

		Data	Dia da semana	Hora		Gravidade	Tipo de acidente
		26/07/94	Terça-feira	11	5	2-Com feridos	12-Saída da calçada
Km	28	Quantidade de acidentes = 7					
		24/08/94	Quarta-feira	9	10	2-Com feridos	01-Choque com objeto fixo
		12/11/94	Sábado	6	20	2-Com feridos	11-Tombamento
		22/11/94	Terça-feira	14	0	1-Sem vítimas	12-Saída de pista
		12/07/94	Terça-feira	8	30	1-Sem vítimas	12-Saída de pista
		19/03/94	Sábado	1	30	2-Com feridos	12-Saída de pista
		17/10/94	Segunda-feira	16	30	3-Com mortos	12-Saída de pista
		03/01/94	Segunda-feira	11	30	3-Com mortos	12-Saída de pista
Km	29	Quantidade de acidentes = 15					
		26/12/94	Segunda-feira	2	40	2-Com feridos	02-Capotagem
		04/06/94	Sábado	18	0	1-Sem vítimas	08-Colisão frontal
		01/04/94	Sexta-feira	8	30	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		19/02/94	Sábado	14	10	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		29/04/94	Sexta-feira	10	40	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		22/12/94	Quinta-feira	15	30	1-Sem vítimas	09-Abalroamento em sentidos opostos
		18/02/94	Sexta-feira	19	30	2-Com feridos	09-Abalroamento em sentidos opostos
		15/11/94	Terça-feira	4	10	2-Com feridos	09-Abalroamento em sentidos opostos
		17/08/94	Quarta-feira	16	30	2-Com feridos	09-Abalroamento em sentidos opostos
		24/08/94	Quarta-feira	2	30	3-Com mortos	09-Abalroamento em sentidos opostos
		12/04/94	Terça-feira	5	30	2-Com feridos	10-Abalroamento transversal
		16/02/94	Quarta-feira	17	30	2-Com feridos	12-Saída de pista
		17/12/94	Sábado	15	10	2-Com feridos	12-Saída de pista
		02/09/94	Sexta-feira	22	40	1-Sem vítimas	13-Outros tipos
		10/05/94	Terça-feira	1	30	2-Com feridos	13-Outros tipos
Km	30	Quantidade de acidentes = 6					
		27/10/94	Quinta-feira	20	30	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		26/09/94	Segunda-feira	17	0	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		29/10/94	Sábado	10	0	1-Sem vítimas	11-Tombamento
		21/07/94	Quinta-feira	16	5	1-Sem vítimas	12-Saída de pista
		06/03/94	Domingo	9	30	1-Sem vítimas	12-Saída de pista
		08/09/94	Quinta-feira	11	30	3-Com mortos	14-Atropelamento com fuga
Km	31	Quantidade de acidentes = 2					
		06/11/94	Domingo	19	0	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		24/12/94	Sábado	10	0	2-Com feridos	11-Tombamento
Km	32	Quantidade de acidentes = 8					
		04/12/94	Domingo	10	30	2-Com feridos	03-Atropelamento
		17/01/94	Segunda-feira	13	15	2-Com feridos	03-Atropelamento
		07/10/94	Sexta-feira	22	30	3-Com mortos	03-Atropelamento
		09/04/94	Sábado	7	10	2-Com feridos	08-Colisão frontal
		05/04/94	Terça-feira	21	40	3-Com mortos	09-Abalroamento em sentidos opostos
		06/11/94	Domingo	9	10	2- Com feridos	11-Tombamento
		06/08/94	Sábado	9	0	2-Com feridos	12-Saída de pista

Fonte: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER).

CAPÍTULO 6

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS CRÍTICOS

6.1 Quem identifica os pontos críticos e como?

Uma arquiteta, especialista em engenharia de trânsito, regressa ao trabalho, em meados de janeiro, depois de suas férias e encontra os seguintes itens em sua mesa:

- Um recado de seu chefe (que está de férias): "este ano vamos iniciar um trabalho de redução de acidentes em pontos críticos. Você vai ser a encarregada do projeto. Quero receber semanalmente o estudo de um ponto crítico e propostas para sua melhoria. Por hora, limite-se a propostas de baixo custo porque ainda não se identificou um orçamento para este tipo de projeto."
- Um recado do diretor técnico solicitando urgentemente estudos sobre a segurança de trânsito nas interseções: Rua Itaipá com Rua Andrade; e Avenida Paraná com Avenida Rio Grande do Sul, sem mais explicações.
- Um recorte de jornal que mostra uma carta, assinada por diversas associações comunitárias, solicitando ação imediata para reduzir o perigo para pedestres no cruzamento da Rua do Bairro com a Avenida Central.
- Cópias atualizadas das listas de acidentes preparadas a partir dos boletins policiais.

O que fazer ante estes documentos?

Como ela irá identificar os locais da rede viária que constituem-se em pontos críticos? Como selecionará algum para estudo? Como catalogará as solicitações do diretor e do recorte de jornal?

Neste capítulo, propõem-se diversas respostas possíveis para essas perguntas. Não se trata de respostas definitivas, porém são algumas contribuições para a estruturação e definição de prioridades para um programa de tratamento de pontos críticos.

6.2 Tipos de pontos críticos

Locais com maior freqüência de acidentes

São os locais com as maiores incidências de acidentes de todos os tipos, sejam eles acidentes sem vítimas, com vítimas ou atropelamentos.

Locais de maior periculosidade

Os locais de maior freqüência de acidentes não são necessariamente os mais perigosos, sendo a periculosidade medida pela probabilidade de cada veículo/pedestre que passa sofrer um acidente. A Tabela 6.1, a seguir, nos proporciona um exemplo de uma inversão dos índices de freqüência e de periculosidade.

TABELA 6.1
PERICULOSIDADE RELATIVA DE LOCAIS ONDE OCORREM ACIDENTES

Local nº	Freqüência (acidente/ano)	Volume (veículos/ano)	Índice de Periculosidade (Acidentes/10^5 veículos)	Ordem decrescente	
				Freqüência	Periculosidade
1	2	10.000	20	3	1
2	50	500.000	10	2	2
3	100	2.000.000	5	1	3

Isto ocorre porque, apesar da associação normal entre freqüência e perigo:

- uma alta freqüência de acidentes pode resultar de um alto volume de veículos/pedestres, em local não muito perigoso; e
- uma freqüência relativamente baixa de acidentes pode indicar muito perigo, ou risco de acidente, quando é registrada em um local com baixo volume de veículos/pedestres.

A aplicação deste conceito pode, portanto, outorgar prioridade a pontos críticos distintos da prioridade outorgada com base na freqüência. Assim, é necessário dispor de contagens de veículos/pedestres para todos os pontos submetidos à comparação.

Locais de maior aumento no número de acidentes

Às vezes existem locais onde a taxa de crescimento da freqüência de acidentes é extremamente alta, embora a freqüência em si mesma seja relativamente baixa. Suponhamos que uma contagem dos acidentes ocorridos na interseção Rua Andrade com Rua Itaipá (estudo solicitado pelo diretor técnico) mostre os números da Tabela 6.2 para um período de um ano.

TABELA 6.2
EVOLUÇÃO MENSAL DE ACIDENTES

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Total de acidentes	0	0	0	1	1	2	3	4	4	6	6	6

É provável que esteja havendo algum tipo de mudança no lugar e que esta mudança esteja provocando acidentes.

Reclamações do público/imprensa

De vez em quando, na imprensa e/ou em cartas enviadas às Diretorias de Trânsito, denunciam-se alguns pontos como sendo altamente perigosos. Geralmente as denúncias são corretas, porém, às vezes, os locais citados não constam nas listas de alta freqüência, de alta periculosidade ou de maior aumento de acidentes.

Vamos supor que este seja o caso das interseções da Avenida Paraná com a Avenida Rio Grande do Sul (solicitação do diretor técnico) e da Rua do Bairro com a Avenida Central (recorte de jornal) e que ambos os locais foram inspecionados. Os resultados típicos da inspeção seriam os seguintes:

- Avenida Paraná com Avenida Rio Grande do Sul

  Muito movimento de veículos e muitas situações de possível conflito com condutores, que freiam subitamente e freqüentemente para evitar colisões. As pessoas entrevistadas no local afirmam que têm ocorrido um grande número de pequenas colisões e que nunca se chama a polícia nestes casos. Não se recordam de acidentes mais sérios.

- Rua do Bairro com Avenida Central

  Elevadíssimo movimento de pedestres atravessando as ruas, em condições péssimas, durante as horas de pico, devido aos altos volumes de trânsito e à alta velocidade dos veículos pouco controlados pela sinalização ou pela polícia. Há poucos atropelamentos registrados, ainda que pessoas da vizinhança afirmem que têm ocorrido muitos.

6.3 Seleção para a análise

Os critérios de seleção de pontos críticos para análise e melhoramento incluem os seguintes: redução do total de acidentes; redução de acidentes com vítimas; redução dos atropelamentos; eliminação dos pontos de alta periculosidade, qualquer que seja a freqüência de acidentes; inversão da tendência nos locais com maior aumento de acidentes; atenção às reclamações do público.

Recomendam-se as seguintes prioridades na seleção de pontos para estudo:

Gravidade dos acidentes

Os locais com maiores índices de acidentes com danos a pessoas devem ter prioridade. Dentro deste grupo, os atropelamentos devem ter mais peso que os demais acidentes, posto que, geralmente, as vítimas de atropelamentos sofrem ferimentos mais graves que os ocupantes de veículos acidentados. Basta, portanto, recordar que, na época de redação deste Guia, cerca de 60% dos falecimentos por acidentes de trânsito nas áreas urbanas do Brasil eram de pedestres.

Alta freqüência x alta periculosidade

Nos locais com elevada freqüência de acidentes é provável que exista um protótipo de acidente, sendo possível eliminar um número significativo de casos com apenas um projeto.

Os pontos de alta periculosidade podem ter muitos acidentes e altos volumes de veículos ou, no outro extremo, uma baixa freqüência de acidentes e pequenos volumes de veículos. Onde ocorram poucos acidentes, não se conseguirá facilmente eliminar muitos sinistros; por isso, os pontos com elevada freqüência de acidentes devem ter prioridade de estudo e de projetos sobre os locais de alta periculosidade, e entre os pontos de alta freqüência de acidentes, devem ter prioridade os estudos e projetos para aqueles com maiores índices de periculosidade.

Locais com elevado crescimento do índice de acidentes

A estes locais deve ser outorgada prioridade porque costumam revelar alguma mudança de fácil identificação que deu lugar ao aumento de acidentes. Vale a pena estudar pontos deste tipo, quer seja alta ou baixa a freqüência de acidentes.

Locais denunciados pela população

Estes locais sempre devem ser estudados por dois motivos: (i) a Prefeitura provê essencialmente um serviço ao público e deve responder às preocupações dos cidadãos corrigindo a falha de trânsito ou, no caso de não existir, orientando melhor ao público; e (ii) estes locais podem ser focos potenciais de acidentes, devido a mudanças recentes da malha viária ou de fluxos de veículos e pedestres, que ainda não estão refletidos nos dados disponíveis sobre acidentes.

6.4 Taxas de acidentes e "unidade-padrão" de severidade

Constatamos anteriormente que um dos conceitos de "ponto crítico" ou "trecho crítico" pressupõe um elevado número de acidentes em relação ao volume de trânsito. Às vezes tenta-se expressar a periculosidade relativa de diferentes interseções (ou trechos) mediante o uso de fórmulas como a que segue:

$$T_j = \frac{A_j}{(P)\ (VDM_j)} .10^6 \qquad (1)$$

Donde

T_j = índice de acidentes na interseção[1] j

A_j = número de acidentes na interseção j no tempo P

P = período de estudo, em dias

VDM_j = volume diário médio de veículos que passam pela interseção (soma das n aproximações)

10^6 = fator para evitar números muito pequenos

As taxas obtidas com esta fórmula normalmente são muito divergentes, em função de ser a categoria dos acidentes: Total, AT, S/V, C/V ou Fatal. Se o pesquisador desejar aplicar esta fórmula, deverá realizar os cálculos para as diferentes categorias e comparar os resultados de todos os pontos estudados, procurando identificar padrões, tanto de semelhanças como de diferenças, entre os diversos indicadores, categorias e trechos.

Às vezes sugere-se a utilização, na fórmula (1), de uma média ponderada das diferentes categorias de acidentes, como a *unidade padrão de severidade* (UPS), em lugar de A_j, atribuindo pesos às diversas categorias de acidentes. Por exemplo, com base nas estimativas de custos do DNER, DENATRAN (1987, p.31), pondera-se a fórmula como é vista a seguir, sem tratamento diferenciado para os atropelamentos, os quais são incluídos na categoria "com vítima" (C/V):

S/V = 1
C/V = 5
Fatais= 13

Obtém-se, portanto, a seguinte fórmula:

$$T'_j = \frac{UPS}{(P)\ (VDM)} .10^6 \qquad (2)$$

donde:

UPS = 1 (nº de acidentes S/V) + 5 (nº de acidentes C/V) + 13 (nº de acidentes fatais); e os demais termos mantém as definições anteriores.

A CET de São Paulo propõe outra ponderação, com base em uma análise dos casos relativos de falecimento em acidentes, com ou sem pedestres, condizente com os pesos que seguem, utilizados nos estudos da empresa.

S/V = 1

C/V = 4

AT = 6

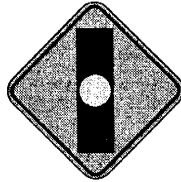
Apesar da eventual utilidade destes índices como uma informação adicional, não devem nunca ser utilizados isoladamente de outros critérios, ou de uma cuidadosa avaliação qualitativa de outras informações. Um exemplo de aplicação inadequada seria a não intervenção na maioria das grandes interseções das áreas urbanas centrais. Nesses locais ocorrem muitos acidentes, devido aos elevados fluxos de veículos e pedestres, porém não são "locais peri-

gosos" em termos da probabilidade que tem um condutor ou pedestre de sofrer um acidente ao passar por esses pontos. Não obstante, trata-se muitas vezes de excelentes locais para implantar projetos com altos índices de benefício/custo, pois podem-se evitar muitos acidentes com apenas um projeto.

Góes (1983, p.137-8) observa que: (1) a utilização de índices de severidade pode gerar distorções; (2) geralmente, uma divisão em acidentes com vítimas e sem vítimas seria suficiente; (3) os métodos de probabilidade[2] seriam mais adequados; e (4) os métodos numéricos não devem ser utilizados isoladamente.

---

[1] Em caso de se tratar de um trecho, dividir o valor de Tj (1) pela extensão do trecho em quilômetros. (Cuidado: os resultados são muito sensíveis à extensão do trecho).

[2] Estes métodos não fazem parte do escopo do presente trabalho.

CAPÍTULO 7

ANÁLISE INICIAL DOS DADOS DISPONÍVEIS

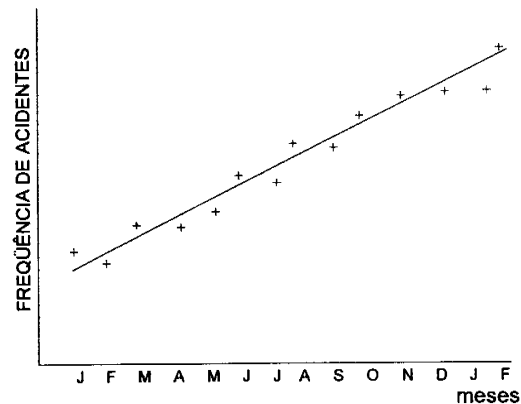
Inicia-se a análise dos dados disponíveis, uma vez selecionado um ponto crítico e revisados os boletins de acidentes da polícia. Os objetivos principais da análise são a caracterização dos problemas do local e a identificação de fatores comuns ou protótipos, entre os acidentes registrados.

7.1 Evolução da freqüência dos acidentes

O primeiro passo é estudar a evolução da freqüência de acidentes no ponto, a fim de detectar as tendências e as mudanças repentinas. Pode-se elaborar um gráfico de evolução, usando como fonte as listagens do arquivo geral de acidentes, descritas no Capítulo 5. Nos trabalhos sobre pontos críticos é conveniente considerar um período mínimo de um ano, com dados mensais.

Crescimento constante da freqüência (Figura 7.1)

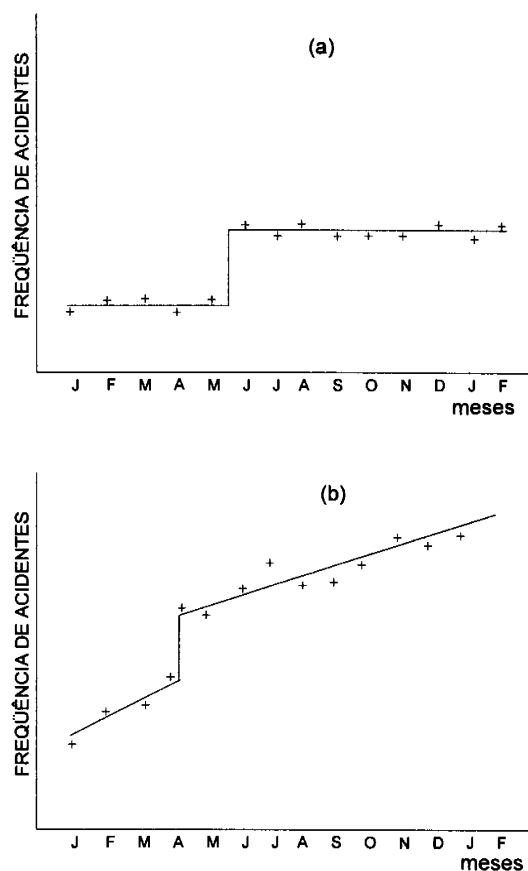
Uma tendência ao crescimento gradual, porém constante, da freqüência de acidentes pode indicar um simples aumento de volume de veículos ou de pedestres. Por outro lado, também pode refletir uma deterioração gradual de algum fator, como a sinalização horizontal ou a má visibilidade de algum sinal vertical causada pelo crescimento da vegetação.

FIGURA 7.1
CRESCIMENTO CONSTANTE DE ACIDENTES

Mudança súbita e crescente (Figura 7.2)

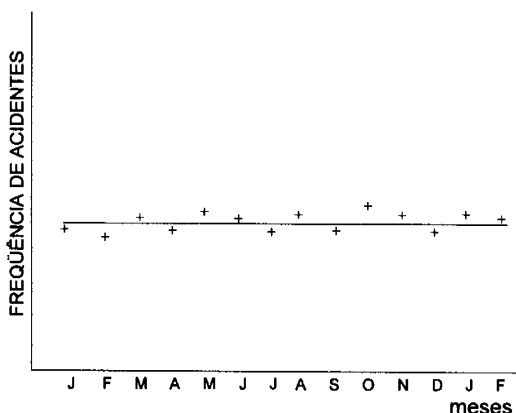
Um aumento repentino da freqüência de acidentes pode indicar:

- um mau resultado de algum projeto implantado no local;
- um aumento dos volumes de veículos e/ou de pedestres, devido a uma mudança na circulação;
- uma deterioração súbita da sinalização como, por exemplo, a queda de um sinal; ou
- algum outro evento repentino.

Estas mudanças repentinas podem ser seguidas por uma tendência à estabilização (Figura 7.2a) ou por aumentos adicionais da freqüência (Figura 7.2b). Se a tendência é o aumento, é provável que os fatores responsáveis sejam de característica diferente dos fatores responsáveis pela mudança repentina.

FIGURA 7.2
ALTERAÇÕES SÚBITAS DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES

Freqüência alta e constante (Figura 7.3)

O caso da freqüência alta e constante raramente resulta da interferência de um projeto implantado nem de fatores como o crescimento do volume. Geralmente se deve a certas características constantes do local e/ou dos elevados volumes de veículos e/ou pedestres.

FIGURA 7.3
FREQÜÊNCIA CONSTANTE DE ACIDENTES

7.2 Distribuição horária e por dia da semana

Através de listagens extraídas do arquivo geral de acidentes, pode-se elaborar um diagrama da distribuição horária e por dia da semana dos acidentes registrados em um determinado período, conforme apresentado na Figura 7.4. Este diagrama mostra claramente se os acidentes se concentram em determinados dias e/ou horas.

A programação de inspeções do local deve incluir os dias e as horas de maiores concentrações de acidentes. É também conveniente observar algumas horas com baixo registro de acidentes, para complementar e verificar as conclusões sobre as causas dos acidentes.

Qualquer diagnóstico deve considerar a distribuição horária e por dia da semana. Por exemplo, em São Paulo foram encontrados locais onde são registrados muitos atropelamentos e onde há um grande volume de pedestres, porém, a maioria dos atropelamentos ocorre fora das horas de pico de circulação de veículos e pedestres.

A Figura 7.4 mostra que, no local sob estudo, mais da metade dos atropelamentos ocorrem à noite, muitos deles em horas de baixo movimento de veículos e pedestres. A maior concentração de atropelamentos ocorre sexta-feira entre as 18 horas e as 22 horas, e a concentração seguinte, aos domingos, no mesmo horário. Com exceção dessas concentrações, os atropelamentos ocorrem em quase todos os horários e dias da semana.

Estes dados indicam a existência de problemas gerais que provocam acidentes a qualquer hora e, também, de algum fator associado às horas de maior movimento na estação rodoviária, próxima ao local, nas noites de sextas-feiras e domingos, precisamente os períodos de maior embarque e desembarque de passageiros, respectivamente. A ingestão de bebidas alcoólicas por parte dos pedestres e motoristas após a jornada de trabalho de sexta-feira e nas tardes de domingo provavelmente influi nos acidentes registrados.

FIGURA 7.4
DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA E POR DIA DA SEMANA DE ATROPELAMENTOS
AVENIDA DUQUE DE CAXIAS x AVENIDA RIO BRANCO (SÃO PAULO – 1979)

HORA / DIA SEMANA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23 24	TOTAL
SEG	△		△								△			△		△			△			△	△		8
TER	△			△														△				△			4
QUA													△								△	△ △			4
QUI								△						△											2
SEX													△	△					△	△	△ △	△	△		8
SAB			△						△	△		△									△				5
DOM			△																△ △		△ △		△		6
TOTAL	2		3	1				1	1	1	1	1	2	3		1		1	4	1	6	5	3		37

Fonte: CET

7.3 O diagrama dos acidentes

O diagrama dos acidentes proporciona uma visão global dos acidentes registrados no local, destacando as aproximações e fluxos em conflito que mais acidentes geram, bem como os tipos de acidentes mais comuns.

Montagem

O diagrama é montado em um croqui do local no qual se anotam símbolos que mostram para cada acidente as seguintes informações básicas, extraídas dos boletins de ocorrência:

- tipo de acidente
- sentido dos veículos e pedestres envolvidos
- posição aproximada do impacto
- existência ou não de vítimas
- estado da pista (seca ou molhada)

A Figura 7.5 mostra um exemplo real de um diagrama de acidentes e a Figura 7.6 define os símbolos utilizados nessa figura e nas figuras seguintes.

FIGURA 7.5
DIAGRAMA DE ACIDENTES – EXEMPLO 1

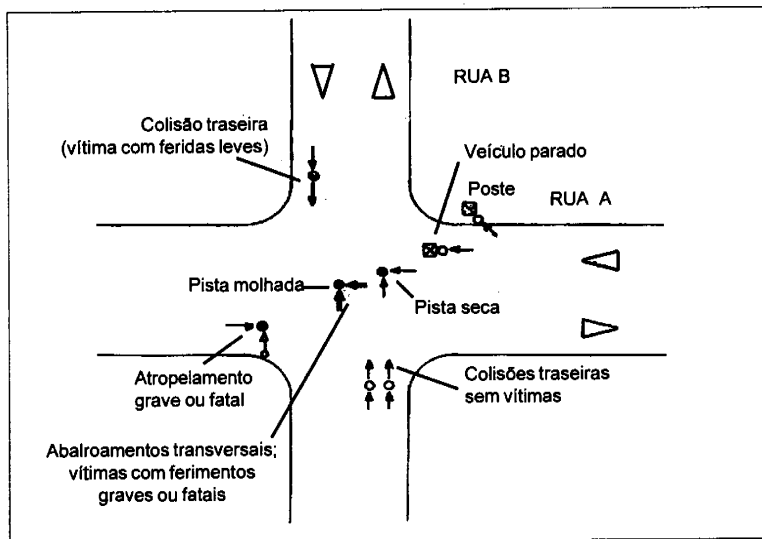



FIGURA 7.6
SÍMBOLOS PARA CARACTERIZAR ACIDENTES EM DESENHOS

▶	sentido do veículo
▷	sentido do pedestre
—	pavimento seco
=	pavimento molhado
□	objeto fixo
○	acidente sem vítimas
◒	acidente com vítima (ferimentos leves)
●	acidente com vítima (ferimentos graves ou fatais)
P	pedestres
A	animal

TIPO	LEGENDA	DESCRIÇÃO
Colisão	→ ←	frontal
	→ →	traseira
	→ → →	engavetamento
Abalroamento		lateral
	→ ↓	transversal
	→↓	frontal
	⇆	em sentidos opostos
Choque	→⊠	veículo parado, estacionado
	→◪	poste
	→◩	sinal (semáforo)
	→	árvore
	→■	obras ou obstáculos na via
Atropelamento de pedestres/animal	→P	com a parte dianteira do veículo
	P →	com a lateral do veículo
	P →	com a traseira do veículo
	→ P →	entre dois veículos
		veículo descontrolado
		capotagem, tombamento

Fonte: CET

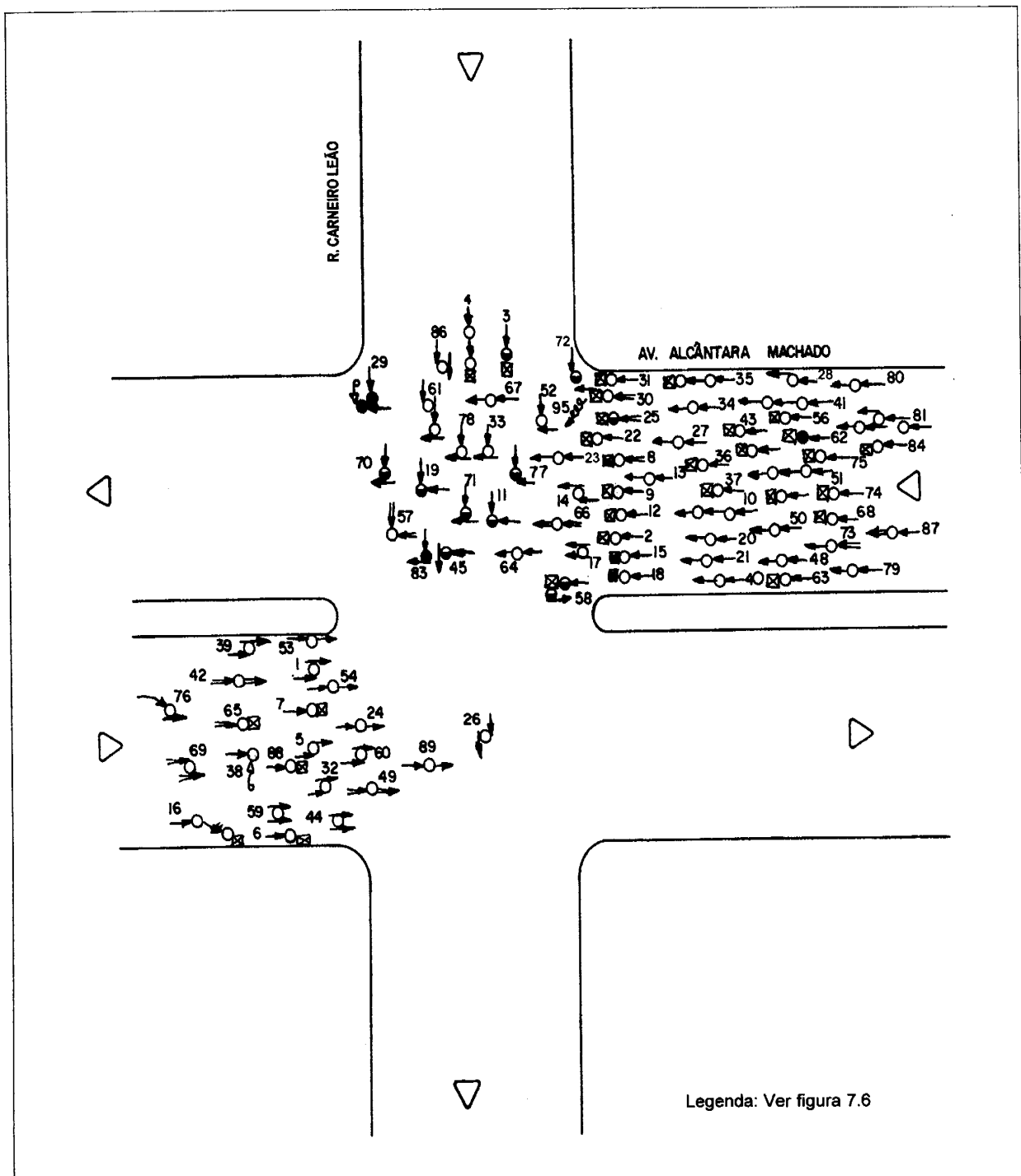
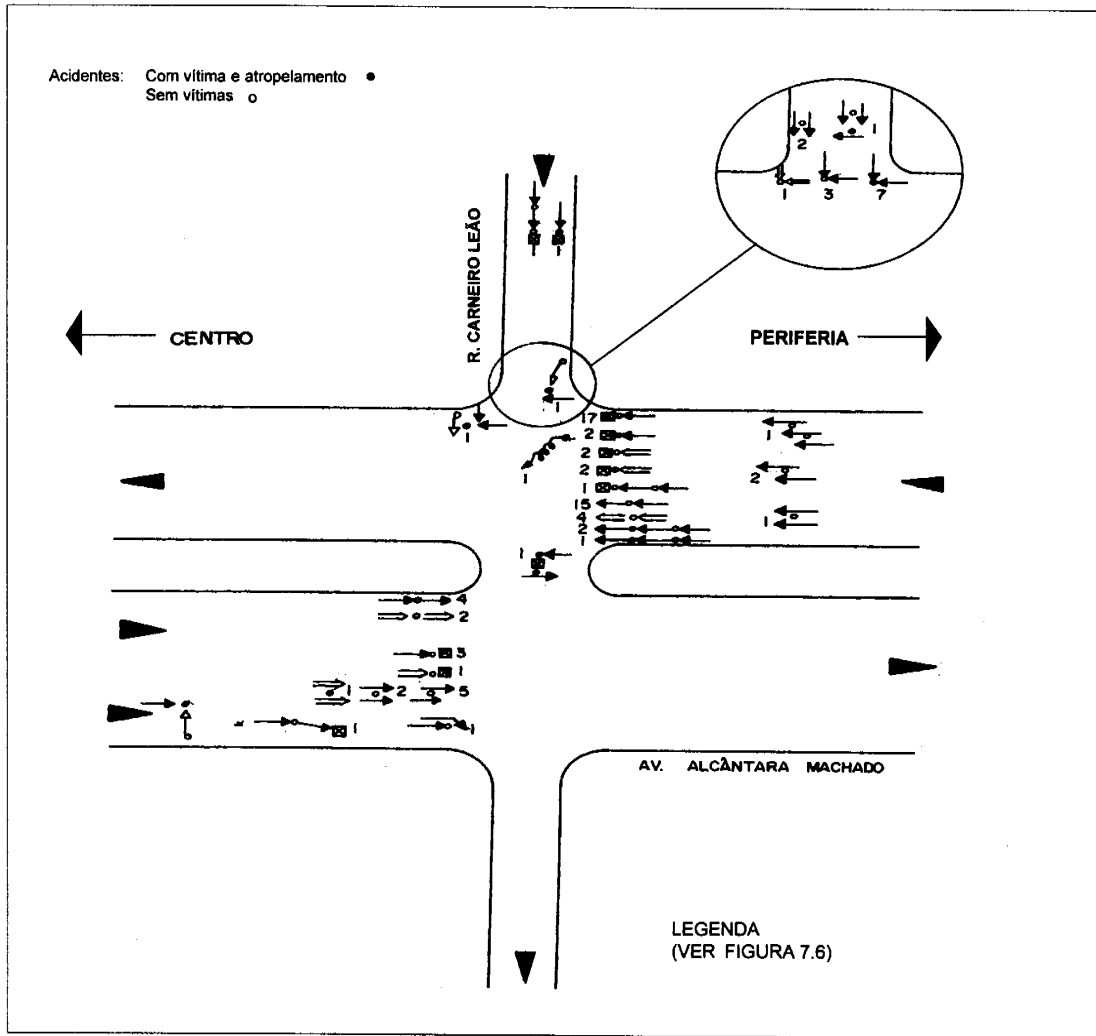
FIGURA 7.7
DIAGRAMA DE ACIDENTES – EXEMPLO 2
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO
(JULHO 1978 – ABRIL 1980)

Fonte: CET

FIGURA 7.8
DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE ACIDENTES
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO
(JULHO 1978 – ABRIL 1980)

Fonte: CET

Simplificação

Caso haja um grande número de acidentes no local, como ocorre na Figura 7.7, pode ser difícil anotá-los separadamente no croqui. Os acidentes são numerados seqüencialmente, na figura, para facilitar sua identificação. A ausência de algum número indica falta de dados suficientes na ficha para entender o acidente; isto ocorre principalmente com atropelamentos. Nestes casos de muitos acidentes, pode-se simplificar o diagrama com o uso de um só símbolo para cada grupo de acidentes que apresentam dados idênticos. O número de acidentes, em cada grupo, pode constar ao lado do símbolo. A Figura 7.8 mostra a versão simplificada do exemplo apresentado anteriormente na Figura 7.7.

Cuidados necessários

- Informações incompletas

  Em muitos casos, a informação disponível no boletim de ocorrência policial é insuficiente, o que impossibilita a inclusão do acidente no diagrama de acidentes e, em conseqüência, isto pode omitir uma parte significativa dos acidentes registrados no local. Caso dispuséssemos da informação que falta poderíamos, talvez, destacar outros pontos críticos ou outro tipo de acidente. Esta possibilidade não invalida os fatores contribuintes identificados nos dados disponíveis, porém pode haver outros fatores que não são destacados no diagrama e que, todavia, sejam identificados durante a inspeção como potencialmente perigosos. Estes fatores podem não ser os causadores dos acidentes e as causas dos acidentes podem não ser suficientemente documentadas nos formulários policiais para ser incluídas no diagrama.

- Gravidade dos acidentes

  O diagrama de acidentes que mostra unicamente acidentes com vítimas pode apresentar características diferentes do diagrama de acidentes que inclui todos os tipos. Comparando as Figuras 7.8 e 7.9, nota-se que a maioria dos acidentes sem vítimas são colisões traseiras ou choques contra veículos parados em semáforos, enquanto a maioria dos acidentes com vítima envolvem veículos com trajetos ortogonais.

As diferenças surgem porque certos tipos de acidentes geram mais vítimas do que outros. Recomenda-se dar prioridade, em geral, aos danos pessoais, deixando em segundo lugar os acidentes com danos exclusivamente materiais. Entretanto, existem pontos críticos com freqüências excepcionalmente altas de acidentes sem vítimas, porém com poucos casos de atropelamentos e de acidentes com vítimas. Os locais deste tipo são com freqüência susceptíveis à implantação de projetos relativamente simples que reduzem notavelmente a freqüência de acidentes.

Por tudo isso, é importante definir o objetivo do trabalho: reduzir o número de acidentes em geral ou reduzir o número de vítimas, antes de planejar o diagrama de acidentes.

7.4 Histórico dos acidentes

Na busca de fatores comuns entre os acidentes, o passo seguinte é organizar, de forma sucinta e útil, toda a informação contida nos boletins policiais.

Para isso, utiliza-se o "histórico" do acidente no qual a informação sobre cada acidente é organizada em uma coluna, como apresentado na Tabela 7.1. Este formato permite, por exemplo, comparar visualmente todos os acidentes que ocorreram à noite, para detectar se apresentam um tipo de acidente comum, um tipo de veículo predominante ou semelhanças nos sentidos do movimento dos veículos implicados no momento do ocorrido.

Caso o número de acidentes seja elevado, a análise pode ser facilitada pela separação das colunas, cortando o papel ao longo das linhas verticais para compor diversos grupos de acidentes. Por exemplo, pode-se agrupar todos os que ocorreram no fim de semana, todos os abalroamentos tranversais ou todos os ocorridos em piso molhado. A Tabela 7.2 mostra possíveis formas de agrupar os acidentes apresentados anteriormente na Tabela 7.1.

Às vezes, não é possível identificar fatores comuns entre números significativos de acidentes. Isto se deve à falta de informação nos boletins ou a ausência de um protótipo, havendo causas e fatores contribuintes distintos.

Uma vez concluída a análise dos dados disponíveis sobre o local em estudo, prossegue-se com a complementação dos dados disponíveis por meio de investigações "no local" ou "em campo", conforme a metodologia exposta no Capítulo 8.

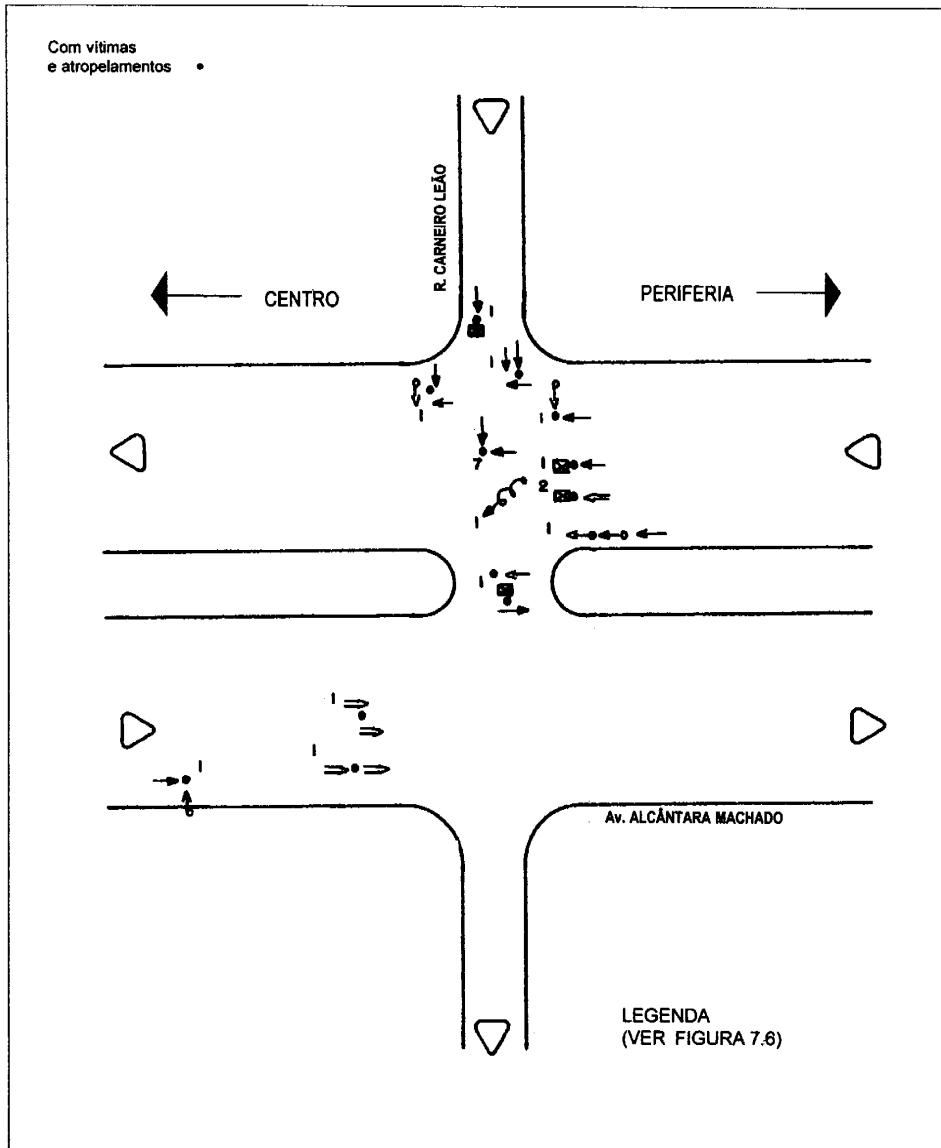
FIGURA 7.9
DIAGRAMA DE ACCIDENTES (C/V + AT)
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO
(JULHO 1978 – ABRIL 1980)

Fonte: CET

TABELA 7.1
HISTÓRICO DOS ACIDENTES COM VÍTIMAS
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO
PERÍODO: 7/78 – 4/80
TOTAL ACIDENTES C/V: 33 (18 COM INFORMAÇÃO SUFICIENTE PARA FAZER CROQUI)

Registro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Nº Boletim	3	11	19	25	29	41	49	50	58	61	62	69	70	71	74	77	83	85
Data	08/08/78	03/09/78	27/10/78	11/11/78	06/12/78	06/03/79	17/03/79	24/03/79	16/06/79	22/07/79	25/07/79	17/09/79	03/10/79	09/10/79	23/10/79	11/12/79	08/02/80	22/03/80
Dia	Qui	Dom	Sex	Sab	Qua	Ter	Sab	Sab	Sab	Dom	Qua	Seg	Qua	Ter	Ter	Ter	Sex	Sab
Hora	09:25	15:30	11:45	21:40	06:50	14:40	13:30	18:30	19:30	13:10	08:30	13:35	12:05	12:25	06:50	21:05	22:20	07:00
Dia/noite	d	d	d	n	d	d	d	n	d	d	d	d	d	d	d	n	n	d
Tempo	b	b	n	b	b	b	b	ch	b	b	ch	ch	b	b	b	b	b	b
Estado da pista	s	s	s	m	s	-	s	m	s	s	m	m	s	s	s	s	s	s
Tipo de acidente	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V
Veículos	au x au	au x bus	au x au	au x au	au x au	au x au x au	au x au	au x au	au x au x bus	au x au x au	au x mo	au x au	au x au	au x mo	au x bus x bus	au x mo	au x cam	au
Croqui																		
Observações	Veículo parou em semáforo amarelo			Veículo parou obedecendo ao semáforo	Atropelamento que terminou em abalroamento	V1 e V2 frenaram em virtude do semáforo	Ponto de impacto dos danos no boletim		V1 aguardava abertura do semáforo, V2 empurrou V1 e V1 chocou lateralmente com V3	V1 entrou no cruzamento com semáforo vermelho	Auto aguardava abertura do semáforo	V2 se aproximava pelo viaduto e mudou de pista sendo abalroado lateralmente por V1 na Av. Alcântara Machado	Ponto de impacto dos danos no boletim	V2 fugiu	V2 aguardando abertura do semáforo	V2 entrou no cruzamento com semáforo vermelho Condutor menor de 16 anos	Ponto de impacto dos danos no boletim	

Fonte: CET

TABELA 7.2
ANÁLISE DO HISTÓRICO DOS ACIDENTES COM VÍTIMAS
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO
TOTAL ACIDENTES C/V: 33 (18 COM INFORMAÇÃO SUFICIENTE PARA FAZER CROQUI)

Fator comun / Nº de acidentes	9									Envolvido 3			2		2		2	
Registro	2	3	14	13	17	7	5	16	10	9	15	6	11	4	12	8	1	18
Nº Boletim	11	19	71	70	83	49	29	77	61	58	74	41	62	25	69	50	3	85
Data	03/09/78	27/10/78	09/10/79	03/10/79	08/02/80	17/03/79	06/12/78	11/12/79	22/07/79	16/06/79	23/10/79	06/03/79	25/07/79	11/11/78	17/09/79	24/03/79	08/08/78	22/03/80
Dia	Dom	Sex	Ter	Qua	Sex	Sab	Qua	Ter	Dom	Sab	Ter	Ter	Qua	Sab	Seg	Sab	Qui	Sab
Hora	15:30	11:45	12:25	12:05	22:20	13:30	06:50	21:05	13:10	10:30	06:50	14:40	08:30	21:40	13:35	18:30	09:25	07:00
Dia/Noite	d	d	d	d	n	d	d	n	d	d	d	d	d	n	d	n	d	d
Tempo	b	n	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	ch	b	ch	ch	b	b
Estado da pista	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	-	m	m	m	m	s	s
Tipo de acidente	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V	C/V
Veículos	au x bus	au x au	au x mo	au x au	au x cam	au x au	au x au	au x mo	au x au x au	au x au x bus	au x bus x bus	au x au x au	au x mo	au x au	au x au	au x au	au x au	au
Croqui			2 1	2 1				1 2	1	2 1 3	3 2 1	o			2 1			
Observações			V2 fugiu	Ponto de impacto dos danos no boletim	Ponto de impacto dos danos no boletim	Ponto de impacto dos danos no boletim	Atropelamento que terminou em abalroamento	V2 entrou no cruzamento com o semáforo em vermelho. Condutor menor de 16 anos	V1 entrou no cruzamento com o semáforo vermelho	V1 aguardava abertura do semáforo, V2 empurrou V1 e V1 chocou lateralmente com V3	V2 aguardando abertura do semáforo	V1 e V2 frenaram em virtude do semáforo	Auto aguardava a abertura do semáforo	Veículo parou obedecendo ao semáforo	V2 se aproximava pelo viaduto e mudou de pista sendo abalroado lateralmente por V1 na Av. Alcantara Machado		Veículo parou em semáforo amarelo	

14 - Com um veículo na Av. Alcântara M., periferia-centro

7 - Com veículos tentando entrar no cruzamento com o semáforo em vermelho na Av. Alcântara M., periferia-centro

4 - Com a pista molhada

Fonte: CET

CAPÍTULO 8

COMPLEMENTAÇÃO DOS DADOS DISPONÍVEIS

8.1 O caso de ausência de dados disponíveis

Os capítulos anteriores realçam a importância da análise dos dados disponíveis na descoberta das causas dos acidentes e do esboço das medidas apropriadas para reduzi-los. Quanto maior e melhor seja o conjunto de dados disponíveis sobre o ponto crítico, mais precisos poderão ser a análise e o diagnóstico. No entanto, na ausência dos dados desejados, o técnico poderá prosseguir seu trabalho provido de uma simples informação, como a de que um lugar apresenta anualmente "x" acidentes de trânsito, dos quais "y" são atropelamentos e "z" acidentes envolvendo somente veículos. Mediante a utilização da metodologia de inspeção, apresentada a seguir, será possível detectar alguns fatores contribuintes prováveis e identificar intervenções viárias compatíveis.

8.2 Inspeção do local – Metodologia geral

Uma vez concluída a análise dos dados disponíveis, o técnico deve fazer uma inspeção do local, a fim de estabelecer vinculações causais entre os acidentes e os seguintes fatores:

- as inadequações no comportamento dos condutores de veículos, dos pedestres e dos demais usuários do sistema de trânsito;
- as inadequações de engenharia de tráfego; e
- as situações de conflito veículo-veículo e veículo-pedestre resultantes destas inadequações.

Para alcançar plenamente estes objetivos, o técnico deve observar o local, sob o ponto de vista de quatro tipos diferentes de usuários (além do seu próprio como observador objetivo), porque manifestam comportamentos diferentes em sua aproximação, percurso e distância do local:

- condutor familiarizado com o local;
- condutor não familiarizado com o local;
- pedestre familiarizado com o local; e
- pedestre não familiarizado com o local.

Por exemplo, o condutor familiarizado com o trajeto diário entre sua residência e seu local de trabalho, aproxima-se com confiança, sem olhar as placas de orientação, de advertência e regulamentação. Já possui na memória toda informação dos sinais, conhece os perigos não sinalizados, crê que sabe guiar com precisão e segurança até chegar ao seu destino, obedecendo ou não a sinalização, e se encontra também confiante porque crê que sabe o que vai encontrar mais adiante.

Às vezes, o excesso de confiança leva as pessoas a arriscarem-se. Em certos casos, quase todas as pessoas envolvidas em acidentes, em um local, costumam passar habitualmente por ele.

O condutor não familiarizado busca os sinais de orientação para decidir seu caminho e depende dos sinais de advertência e de regulamentação para adequar seu comportamento às condições. Desconhece os perigos não sinalizados, como o surgimento de pedestres em locais de pouca visibilidade e, geralmente, transita com mais cuidado e menos velocidade. Às vezes, realiza paradas em locais impróprios e faz mudanças inesperadas de faixa.

O técnico deverá lembrar-se que os motoristas de caminhões e ônibus dirigem em posições mais elevadas que os condutores de automóveis e têm uma visão distinta do trânsito.

O pedestre familiarizado com o local provavelmente sabe, sem parar para pensar conscientemente, onde é perigoso atravessar e onde é relativamente seguro, e de onde vêm os veículos com os quais pode entrar em conflito. Já tem prática em avaliar as brechas no fluxo de veículos.

O pedestre não familiarizado toma mais precauções e procura entender o sistema de circulação e controle do trânsito. Procura avaliar, freqüentemente com dificuldade, as brechas do fluxo de veículos, considerando as possíveis direções de onde surgem.

O técnico deve programar suas inspeções em função da distribuição de acidentes, por dia da semana e por hora do dia, para observar o local nas condições mais propícias para acidentes. De forma complementar, pode ser útil observá-los durante um período de baixa freqüência de acidentes, para detectar as diferenças nas condições da via, do trânsito e do comportamento dos condutores e pedestres.

O técnico deve analisar um mapa da zona, para familiarizar-se com a área e identificar os principais pólos geradores de tráfego pertinentes.

Os materiais necessários para a inspeção são apenas lápis ou caneta, prancheta e papel em branco. Um relógio ou cronômetro pode ser útil para medir as fases dos semáforos, o tempo de travessia dos pedestres, etc. Uma câmara fotográfica pode ser usada para documentar visualmente qualquer aspecto interessante para a análise posterior e para ilustração de relatórios. Filmagem do local em vídeo facilita mais ainda a análise posterior e sua apresentação pode enriquecer reuniões de trabalho. Por último, caso haja pelo menos duas pessoas trabalhando na inspeção, será útil levar uma trena para medir a largura das calçadas, ruas, etc.

Convém planejar a inspeção em três níveis distintos, diferenciados pelo raio da área estudada ao redor do local.

Nível 1: detalhes do local

Nível 2: as aproximações e as saídas

Nível 3: origem/destino dos veículos e pedestres

Primeiro, devem-se estudar os detalhes do local, como a sinalização, a geometria, a visibilidade e as condições de superfície da via, para determinar os possíveis fatores contribuintes, no local e momento dos acidentes.

Depois, devem-se estudar as aproximações e as saídas do local, para ver a impressão geral que os usuários têm do local durante a aproximação e a saída; se essa impressão é falsa ou verdadeira; se há influência da interseção anterior; e se há problemas de visibilidade.

Por último, devem-se estudar as origens/destinos dos fluxos de pedestres e veículos, para a projeção e avaliação das possíveis mudanças na circulação e as reações prováveis dos condutores e pedestres ante as medidas a serem tomadas. Não se devem tomar medidas, na interseção, que criem dificuldades desnecessárias ou acidentes em outros pontos.

Estes três níveis e suas funções são mostrados esquematicamente na Figura 8.1. Outras fontes, freqüentemente ricas em informações úteis sobre os acidentes, são os moradores e comerciantes do local, testemunhas de um ou mais acidentes, e os próprios envolvidos.

FIGURA 8.1
OS TRÊS NÍVEIS DE ABRANGÊNCIA PARA INSPEÇÕES DE PONTOS CRÍTICOS

A inspeção tem três possíveis níveis de abrangência, caracterizados pelos raios das áreas estudadas ao redor do local.

ORIGEM/DESTINO DOS VEÍCULOS E PEDESTRES
AS APROXIMAÇÕES E AS SAÍDAS
DETALHES DO LOCAL
SINALIZAÇÃO, GEOMETRIA VISIBILIDADE, ETC.
SINALIZAÇÃO, PERCEPTIBILIDADE DO LOCAL
INFLUÊNCIA DE OUTROS LOCAIS PRÓXIMOS
AVALIAR AS POSSÍVEIS MUDANÇAS NA CIRCULAÇÃO E SEUS EFEITOS

8.3 Guia para inspeções

Para cada inspeção da área, deve-se levar o Guia para Inspeções como apresentado na Tabela 8.1. Todos os itens podem ser relevantes e devem ser considerados na inspeção, para evitar perda de informações importantes. Recomenda-se a análise do local, item por item e, ademais, uma verificação final antes de dar a inspeção por concluída. O Guia também inclui entradas do tipo "outros" para sua complementação, em função da experiência do inspetor.

O número de observações pode ser grande e, para evitar seu esquecimento, qualquer informação relevante deve ser anotada, *no ato,* em um croqui do local ou em folhas de rascunho.

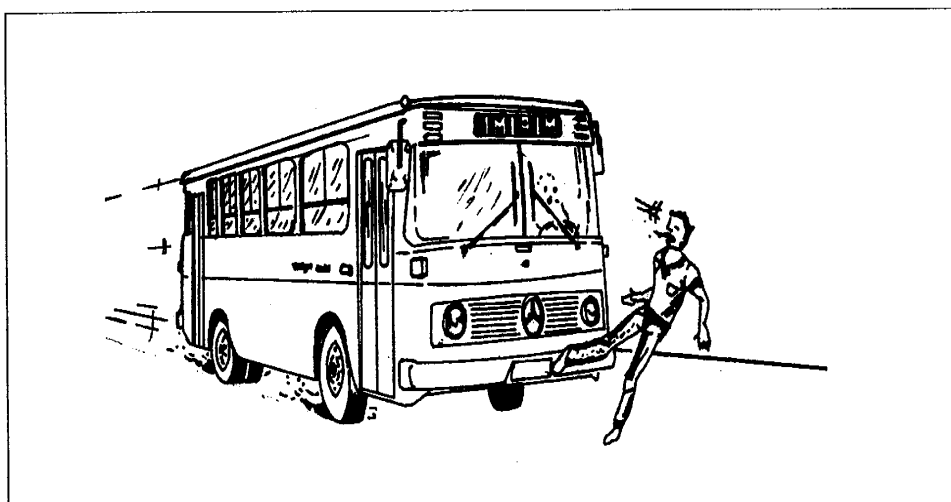
Os locais que apresentem complexidades podem requerer mais de um croqui, por exemplo: um para dados básicos e uso seletivo da via; um para sinalização, canalização geométrica e redutores de velocidade; e um para os fatores contribuintes.

Nos parágrafos que se seguem, há sugestões sobre a análise dos tipos de acidentes que mais vítimas provocam, com base no Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

8.4 Atropelamentos

A maioria dos atropelamentos ocorrem quando o pedestre atravessa a via, embora também ocorram atropelamentos de pedestres que andam pela beirada da via, especialmente nas vias sem calçadas, da periferia da cidade. Às vezes, inclusive, os pedestres são atropelados na própria calçada.

Apresenta-se a seguir uma visão analítica baseada em: artigos do CTB relacionados ao pedestre; a caracterização do comportamento geral dos pedestres e dos condutores de veículos; e uma discussão sobre aspectos de fluxo de trânsito e da engenharia de tráfego que determinam as condições de travessia.

FIGURA 8.2
ATROPELAMENTO DE UM PEDESTRE NA BEIRA DA VIA

Desenho: Renê José Micheletti

No Anexo I, Tabelas AI.1 a AI.9, apresenta-se uma análise de locais de atropelamento. Há uma tabela para cada tipo comum de local, caracterizado por sua geometria e sinalização.

Direitos e deveres dos pedestres e condutores no Brasil

Os principais artigos do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) relativos aos pedestres e suas interações com o fluxo de veículos definem os deveres e direitos dos pedestres como a seguir:

- **Na sinalização**
  - Os locais destinados pelo órgão ou entidade de trânsito com circunscrição sobre a via à travessia de pedestres deverão ser sinalizados com faixas pintadas ou demarcadas no leito da via (CTB, cap. VII, art. 85).
  - Os pedestres que estiverem atravessando a via sobre as faixas delimitadas para esse fim terão prioridade de passagem, exceto nos locais com sinalização semafórica, onde deverão ser respeitadas as disposições deste código (CTB, cap. IV, art. 70).
- **Deveres e proibições dos condutores de veículos**
  - Respeitadas as normas de circulação e conduta estabelecidas neste artigo, em ordem decrescente, os veículos de maior porte serão sempre responsáveis pela segurança dos menores, os motorizados pelos não motorizados e, juntos, pela incolumidade dos pedestres (CTB, cap. III, art. 29, último parágrafo).

TABELA 8.1
UM GUIA PARA VISITAS TÉCNICAS A PONTOS CRÍTICOS

NÍVEIS DE ANÁLISE

- ❑ Nivel 1 – Local
- ❑ Nivel 2 – Aproximações
- ❑ Nivel 3 – Origem / Destino

TIPOS DE USUÁRIOS

- ❑ Condutor de automóvel familiarizado
- ❑ Condutor de automóvel não familiarizado
- ❑ Condutor de caminhão/ônibus familiarizado
- ❑ Condutor de caminhão/ônibus não familiarizado
- ❑ Pedestre familiarizado
- ❑ Pedestre não familiarizado
- ❑ Caracterização dos pedestres (crianças, adultos, idosos, deficientes)

CROQUI – DADOS BÁSICOS

- ❑ Local
- ❑ Data
- ❑ Dia Semana
- ❑ Feriado
- ❑ Hora Início Inspeção
- ❑ Hora Fim Inspeção
- ❑ Geometria
- ❑ Aclives/Declives
- ❑ Nomes das Vias
- ❑ Sentidos de Tráfego
- ❑ Orientacão Geográfica
- ❑ Números (km; edifícios)
- ❑ Largura – Vias
- ❑ Número de Faixas de Tráfego
- ❑ Largura – Calçadas
- ❑ Largura Canteiro Central
- ❑ Meio-fio Rebaixado
- ❑ Tipo de Pavimento (pista e calçada)
- ❑ Superelevação
- ❑ Uso do Solo
- ❑ Iluminação Noturna (geral e especial)
- ❑ Drenagem de Águas Pluviais
- ❑ Obras em Execução
- ❑ Outro
- ❑ Outro
- ❑ Outro

- ❑ Estado do Pavimento
- ❑ Estado da Calçada
- ❑ Estado do Canteiro Central
- ❑ Estado da Iluminação
- ❑ Estado da Drenagem de Águas Pluviais

USO SELETIVO DA VIA

- ❑ Faixa Exclusiva p/ Ônibus
- ❑ Faixa p/ Ônibus
- ❑ Ciclovia
- ❑ Rua de Pedestre
- ❑ Restrições Horárias por Tipo de Veículo – Circulação
- ❑ Restrições Horárias por Tipo de Veículo – Estacionamento
- ❑ Faixa Reversível

SINALIZAÇÃO

- ❑ Horizontal (Pintura)
- ❑ Vertical (Placas)
- ❑ Semafórica/Programação
- ❑ Intermitente
- ❑ Tachões /Tachas
- ❑ "Tartarugas"
- ❑ Estacionamento Rotativo
- ❑ Estacionamento Farmácia
- ❑ Estacionamento p/ Deficientes
- ❑ Estacionamento – Outro
- ❑ Parada de Ônibus
- ❑ Parada de Táxi
- ❑ Parada de Táxi Coletivo
- ❑ Parada de Caminhão
- ❑ Sonorização p/Cegos
- ❑ Objetos Fixos na Calçada
- ❑ Obras
- ❑ Outra
- ❑ Outra
- ❑ Outra
- ❑ Sinalização Errada
- ❑ Sinalização Faltando
- ❑ Sinalização Quebrada
- ❑ Sinalização Encoberta
- ❑ Falta de Definição
- ❑ Falta de Informação
- ❑ Falta de Lógica
- ❑ Falta de Padronização
- ❑ Compreensão Difícil/Impossível

CANALIZAÇÃO

- ❑ Prismas de Concreto
- ❑ Gradil (pedestres)
- ❑ Cercas
- ❑ Tachões
- ❑ Outra
- ❑ Outra
- ❑ Canalização – Estado
- ❑ Canalização – Visibilidade
- ❑ Canalização – Eficácia

EQUIPAMENTO FIXO DE FISCALIZAÇÃO AUTOMÁTICA

- ❑ Velocidade – Radar
- ❑ Velocidade – Detector c/Foto
- ❑ Obediência ao Semáforo c/ Foto
- ❑ Outro
- ❑ Outro

REDUTORES DE VELOCIDADE

- ❑ Lombadas
- ❑ Valetas
- ❑ Tachões
- ❑ Tachas (olhos de gato)
- ❑ Sonorizadores
- ❑ Sinalização Horizontal
- ❑ Outro
- ❑ Outro
- ❑ Outro
- ❑ Redutores – Estado
- ❑ Redutores – Visibilidade

TRÂNSITO / COMPORTAMENTO

- ❑ Fluxos Veíc. Principais
- ❑ Fluxos Veíc. Origem/Destino
- ❑ Fluxos Veíc. Composição
- ❑ Velocidades Veiculares
- ❑ Conversões Principais
- ❑ Pedestres – Fluxos Principais
- ❑ Pedestres – Origem/Destino
- ❑ Veíc. Estacionados Corretamente
- ❑ Veíc. Estacionados Incorretamente
- ❑ Comport. Geral Condutores
- ❑ Comport. Geral Pedestres
- ❑ Comport. Irregular Condutores
- ❑ Comport. Irregular Pedestres
- ❑ Outro
- ❑ Outro

FATORES CONTRIBUINTES

- ❑ Obstác. à Visibil. Veíc. / Veíc.
- ❑ Obstác. à Visibil. Veíc. /Pedestre
- ❑ Obstác. na Calçada
- ❑ Condições de Travessia
- ❑ Entrev. c/ Comerciantes / Residentes
- ❑ Ocorrência de Quase-Acidentes
- ❑ Obstác. à Visib. Veíc./Sinalização
- ❑ Obstác. à Visib. Pedestre/Sinalização
- ❑ Entrevistas com Usuários

- **Deveres e proibições dos pedestres**

  É dever do pedestre:

  - ◆ Nas áreas urbanas, quando não houver passeios ou quando não for possível a utilização destes, a circulação de pedestres na pista de rolamento será feita com prioridade sobre os veículos, pelos bordos da pista, em fila única, exceto em locais proibidos pela sinalização e nas situações em que a segurança ficar comprometida (CTB, cap. IV, art. 68, § 2º);
  - ◆ Nas vias rurais, quando não houver acostamento ou quando não for possível a utilização dele, a circulação de pedestres, na pista de rolamento, será feita com prioridade sobre os veículos, pelos bordos da pista, em fila única, em sentido contrário ao deslocamento de veículos, exceto em locais proibidos pela sinalização e nas situações em que a segurança ficar comprometida (CTB, cap. IV, art. 68, § 3º);
  - ◆ Para cruzar a pista de rolamento o pedestre tomará precauções de segurança, levando em conta, principalmente, a visibilidade, a distância e a velocidade dos veículos, utilizando sempre as faixas ou passagens a ele destinadas sempre que estas existirem numa distância de até cinqüenta metros dele, observadas as seguintes disposições:

    I - onde não houver faixa ou passagem, o cruzamento da via deverá ser feito em sentido perpendicular ao seu eixo;

    II - para atravessar uma passagem sinalizada para pedestres ou delimitada por marcas sobre a pista;

    a) onde houver foco de pedestres, obedecer as indicações das luzes;

    b) onde não houver foco de pedestres, aguardar que o semáforo ou o agente de trânsito interrompa o fluxo de veículos;

    III - nas interseções e em suas aproximações, onde não existam faixas de travessia, os pedestres devem atravessar a via na continuação da calçada observadas as seguintes normas:

    a) não deverão adentrar na pista sem antes se certificar de que podem fazê-lo sem obstruir o trânsito de veículos;

    b) uma vez iniciada a travessia de uma pista, os pedestres não deverão aumentar o seu percurso, demorar-se ou parar sobre ela sem necessidade (CTB, cap. IV, art. 69).

Conclui-se que, em geral, a maioria dos atropelamentos ocorrem porque, nem o comportamento dos pedestres, nem o dos condutores, corresponde ao modelo utilizado como base para os projetos do sistema viário e para sua sinalização. Os motivos são discutidos a seguir.

O comportamento geral dos pedestres

Os pedestres:

- são pessoas de todas as idades: crianças e adultos;
- podem estar em qualquer estado físico/mental;
- podem não haver recebido nenhuma educação sobre o trânsito;
- muitos não sabem ler ou não entendem os sinais;
- desejam cruzar a rua pelo trajeto mais curto;
- a maioria tem habilidade para driblar os veículos em movimento; alguns podem passar por cima, por baixo ou por dentro de muitos tipos de obstáculos;
- a maioria fica quase invisível, à noite, para os condutores, a não ser que vistam roupas de cores claras;
- consideram que podem cruzar a rua em qualquer lugar; e
- em geral, podem fazê-lo em qualquer lugar, a menos que não existam brechas no fluxo de veículos ou existam barreiras físicas eficazes.

O comportamento geral dos condutores de veículos

Os condutores de veículos motorizados:

- normalmente, têm pelo menos 18 anos;
- devem ter passado por um exame médico;[1]
- devem possuir uma licença para dirigir, o que significa que receberam algum tipo de educação sobre o trânsito;
- devem estar alfabetizados, para possuir a licença;
- muitas vezes desejam dirigir a uma velocidade mais alta do que a permitida;
- não desejam fazer paradas desnecessárias e/ou longas;
- em sua maioria, obedecem à sinalização e os artigos do código de trânsito apenas quando sua desobediência ameaça à própria segurança (por exemplo passar um semáforo vermelho em um cruzamento muito movimentado) ou quando pode terminar em castigo ou detenção (por exemplo na presença de um policial que esteja, visivelmente, multando os infratores);
- a maioria não se mostra consciente nem dos direitos nem da insegurança que sofrem os pedestres, e atuam, com freqüência, contra a sinalização e os regulamentos de trânsito;
- muitos circulam, à noite, sem faróis ligados ou apenas com as lanternas acesas, desobedecendo a legislação e ficando sem condições de ver os pedestres na rua com a antecipação suficiente para evitar um atropelamento.[2]

Análise das condições de travessia

Em função destas observações, qualquer análise dos fatores que contribuam aos atropelamentos deve ter em conta o comportamento real dos pedestres e condutores, e não apenas aquele previsto nas normas.

Esclarecido este ponto, passamos a analisar as condições reais de travessia, que determinam a facilidade com que o pedestre atravessa a rua sem entrar em conflito com os veículos. Estas condições são uma função da engenharia de tráfego e do comportamento dos condutores.

As condições básicas de travessia existem em um local quando é possível mostrar, na prática, para qualquer pedestre que deseje atravessar a rua, em termos simples e claros:

- onde pode cruzar com segurança – LOCAL CORRETO;
- quando pode cruzar com segurança – MOMENTO ADEQUADO; e
- como identificar o local correto e o momento adequado – PERCEPTIBILIDADE.

São condições básicas porque na ausência de qualquer uma delas ou não haverá a possibilidade de travessia segura, ou o pedestre não a perceberá. A não-existência destas condições básicas deve-se a alguma deficiência da engenharia de tráfego e/ou à desobediência da sinalização e das normas de trânsito pelos condutores de veículos, salvo em casos em que se pretende deliberadamente impossibilitar a travessia em um determinado local (ex: barreira em uma via expressa).

Vejam-se os seguintes exemplos:

1. **Local com condições básicas de travessia (Figura 8.3.a)**

   Linha desejada: AB.

   Local seguro: faixa de travessia de pedestres.

   Momento adequado: semáforo S1 vermelho e veículos parados atrás da linha de retenção.

   Perceptibilidade: faixa de travessia de pedestres, semáforo, veículos parados.

2. **Local sem condições básicas – Ausência de local seguro (Figura 8.3.b)**

   Linha desejada: CD.

   Local seguro: não existe. Não há semáforo e os fluxos f1 e f2 geram trânsito contínuo sem brechas. Não há faixa de travessia de pedestres e não há um local alternativo à vista.

3. **Local sem condições básicas – Ausência de momento adequado (Figura 8.3.c)**

   Linha desejada: EF.

   Local adequado: faixa de travessia de pedestre.

   Momento adequado: mudança da fase de S1 de verde a vermelho, porém há muitos veículos fazendo a conversão (f2) e os condutores não dão preferência aos pedestres .

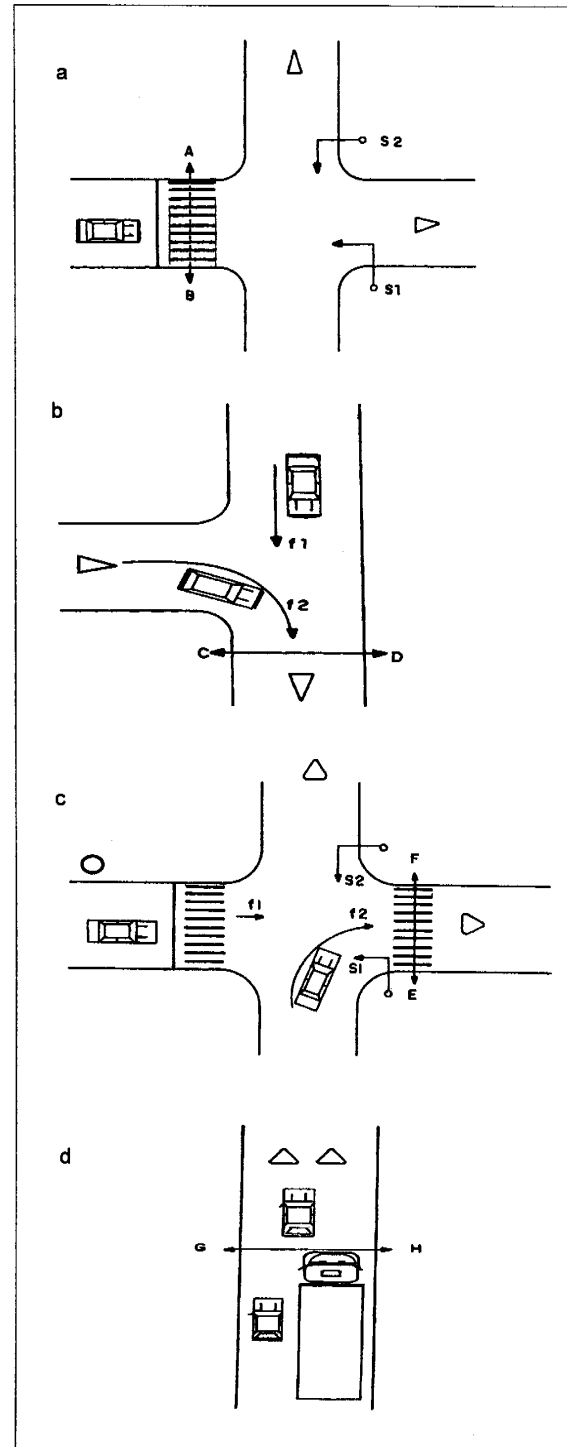
4. **Local sem condições básicas – Ausência de perceptibilidade (Figura 8.3.d)**

   Linha desejada: GH – trajeto de pedestres sem alternativa próxima.

   Local adequado: GH, onde não há faixa de travessia para pedestres.

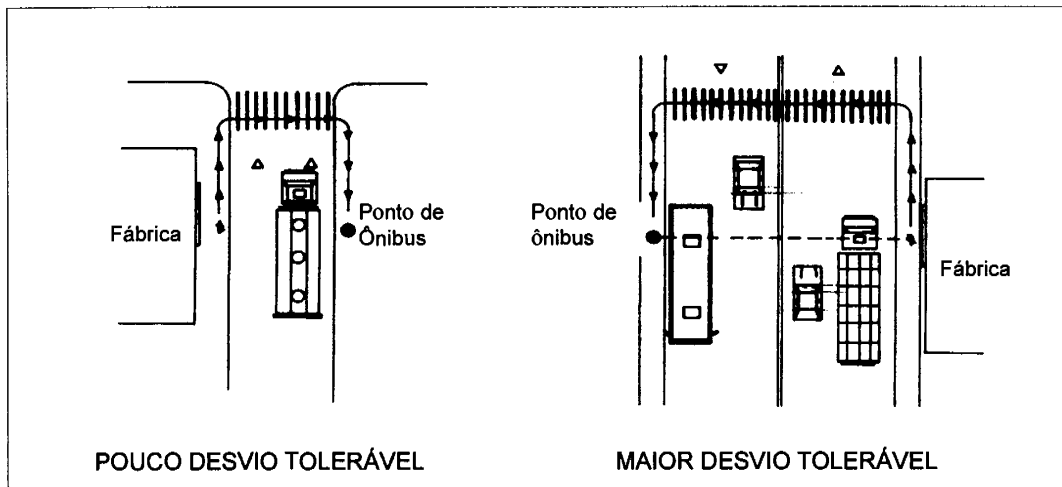
   Momento adequado: existem brechas adequadas, porém com freqüência muito baixa e de duração mínima necessária para travessia.

   Perceptibilidade: brecha difícil de perceber – baixa freqüência e duração mínima; mistura de veículos com diferentes velocidades.

FIGURA 8.3
CONDIÇÕES DE TRAVESSIA DE PEDESTRES

A existência das condições ***básicas*** de travessia não garante que as condições sejam ***adequadas***: se o tempo de espera e/ou o desvio da trajetória desejada excedem o limite de tolerância dos pedestres, parte deles cruzará em condições de perigo.

As condições adequadas de travessia existem em um local quando, além da existência das condições básicas, é possível constatar:

- um tempo de espera tolerável
- um desvio tolerável da trajetória desejada

FIGURA 8.4
TOLERÂNCIA DE DESVIOS

A definição de tolerável depende da situação. O pedestre, sensível aos possíveis perigos, tem mais paciência para esperar em ruas largas, com muito movimento de veículos em alta velocidade que, em ruas estreitas, com poucos veículos em baixa ou média velocidade (Figura 8.4).

Da mesma forma, um cruzamento com semáforo, localizado fora da trajetória desejada pelos pedestres, torna-se mais atraente em ruas largas com muito movimento do que em ruas estreitas com poucos veículos.

A existência de condições ***básicas*** e também ***adequadas*** todavia não garante que seja ***fácil*** cruzar a rua ***com segurança.***

A travessia fácil e segura de uma rua onde se encontram as condições básicas e adequadas depende de uma série de características da rua e do fluxo de veículos, controláveis parcial ou totalmente pela engenharia de tráfego, e que determinam a perceptibilidade do momento adequado para a travessia.

Estes fatores são comentados a seguir, com exemplos de possíveis melhoras.

- ***A distância da travessia:***

  Quanto menor for a distância, menos arriscada é a travessia. Uma travessia com uma largura de 9 metros ou mais pode ser dividida em duas etapas estreitas com a construção de um refúgio.

- ***A duração das brechas nos fluxos de veículos:***

  Quanto maior for a duração, mais fácil se torna a percepção da brecha adequada.

  Nos sistemas viários dotados de semáforos, as brechas são determinadas, em parte, pelos semáforos que interrompem o fluxo. Estes podem ser programados para que a duração aumente.

- ***A freqüência das brechas adequadas nos fluxos de veículos:***

  Quanto maior for a freqüência, mais aparente se torna sua existência. A freqüência também pode ser aumentada através da programação semafórica.

- ***A velocidade dos veículos:***

  Quanto menor for a velocidade, mais fácil se torna a avaliação das brechas. Os sinais de regulamentação, a ampliação das calçadas para reduzir a largura da rua e a implantação de dispositivos especiais podem reduzir a velocidade dos veículos.

- ***As variações de velocidade dos veículos:***

  Quanto menos variadas forem as velocidades dos veículos no fluxo, mais fácil é a avaliação do tempo disponível para a travessia.

  A implantação de faixas exclusivas para os ônibus e os locais de confluência de fluxos de veículos com velocidades médias diferentes são exemplos de velocidades distintas incentivadas pela própria engenharia de tráfego .

- ***Os sentidos de direção dos veículos:***

  É muito mais fácil avaliar uma brecha em uma rua de sentido único do que em uma rua de duplo sentido. Os cruzamentos em ruas de duplo sentido podem ser simplificados por meio de uma divisão ou zona de refúgio, entre as faixas ou pela implantação do sentido único.

- ***O número de fontes de fluxos de veículos:***

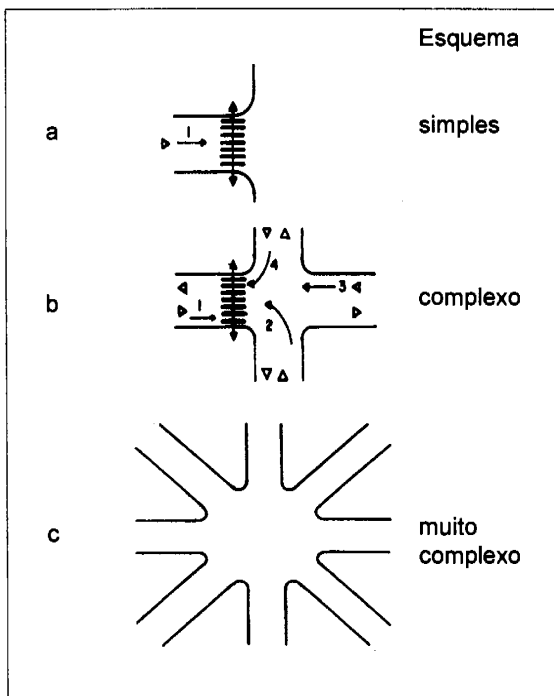
Quanto menos fontes houver, mais fácil resultará a avaliação da situação (Figura 8.5).

Um caso simples: aproximação por rua de sentido único; apenas uma fonte (Figura 8.5.a).

Um caso complexo: sentido duplo em um cruzamento; até quatro fontes (Figura 8.5.b).

As travessias em situações complicadas podem ser simplificadas através de refúgios, implantação de faixas para conversão e outras medidas, como semáforos com fase para pedestres.

Um caso muito complexo: a situação pode ser todavia mais complicada. Na área central de Belo Horizonte havia interseções com até 8 aproximações diferentes (Figura 8.5.c). Um projeto implantado em 1981 reduziu este número excessivo através de simplificações no desenho das interseções, colocando semáforos com fase para pedestres e realizando modificações urbanísticas e nas paradas e linhas de ônibus. Estas melhoras contribuíram para reduzir o número de mortes em acidentes de trânsito em 70% na cidade.

FIGURA 8.5
NÚMERO DE FONTES DE VEÍCULOS

- ***Mudanças de condições durante a travessia:***

Quanto menos mudam as condições, menos arriscada é a travessia (ver Figura 8.6).

Pouca mudança: sentido único com apenas uma pista de trânsito (Figura 8.6.a).

As condições não variam.

Muita mudança: sentido duplo com pistas exclusivas para ônibus (Figura 8.6.b).

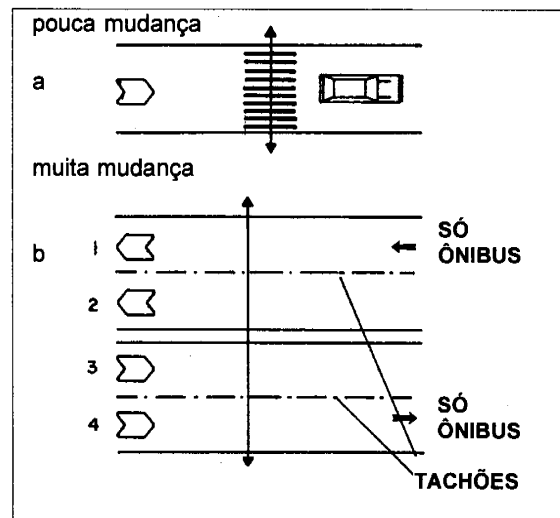
Faixa 1: ônibus com baixa freqüência.

Faixa 2: outros veículos com alta freqüência e velocidades diferentes das dos ônibus.

Faixa 3: mudança no sentido, outros veículos com alta freqüência e velocidades diferentes das dos ônibus e talvez até diferente das dos veículos da faixa 2.

Faixa 4: ônibus com baixa freqüência e velocidade diferente das dos veículos da faixa 3.

Os fluxos com características diferentes podem ser separados por uma série de pequenos refúgios ou divisores centrais contínuos. A implantação de pista exclusiva é uma medida que aumenta a velocidade média dos ônibus em benefício dos passageiros. No entanto, cria mudanças nas condições de travessia e pode prejudicar a segurança dos pedestres, incluindo os próprios passageiros dos ônibus nas proximidades das paradas.

FIGURA 8.6
MUDANÇAS NAS CONDIÇÕES DE TRAVESSIA, DURANTE A TRAVESSIA

- ***A visibilidade pedestre/veículo e condutor/pedestre:***

Quanto mais barreiras à visibilidade entre veículo e pedestre mais difícil se torna a correta avaliação da situação, pelo pedestre e pelo condutor do veículo. A eliminação da prática de estacionar veículos próximos às esquinas é uma medida que ajuda a preservar a visibilidade. O automóvel estacionado irregularmente coloca o pedestre na rua, fora da zona de travessia e em uma posição mais baixa do que na calçada. Isso dificulta sua visão do trânsito e a visão que os outros condutores têm dele. Este problema se torna ainda mais grave quando se trata de veículos maiores, como um ônibus ou um caminhão (Figura 8.7).

A solução neste caso poderia ser a implantação de um avanço da calçada no lugar do automóvel A. Se a má visibilidade for um fator mais permanente, por exemplo, no caso de atropelamentos em curvas, então poder-se-iam canalizar os fluxos de pedestres, mediante a implantação de dispositivos (jardineiras, gradis) e sinalização, para mudar o ponto de travessia para um lugar mais seguro.

Um ponto crítico de atropelamento requer, pelo menos, a criação das condições básicas, melhorando a perceptiblidade do local correto e do momento adequado. Procura-se também criar as condições adequadas, sem permitir tempos de espera ou desvios excessivos. Se estes fatores têm níveis toleráveis, podemos tentar diminui-los ainda mais. Por último, devemos facilitar a travessia através de ajustes em fatores associados.

A Tabela 8.2 resume os fatores que governam a travessia de pedestres.

FIGURA 8.7
VISIBILIDADE PEDESTRE-VEÍCULO

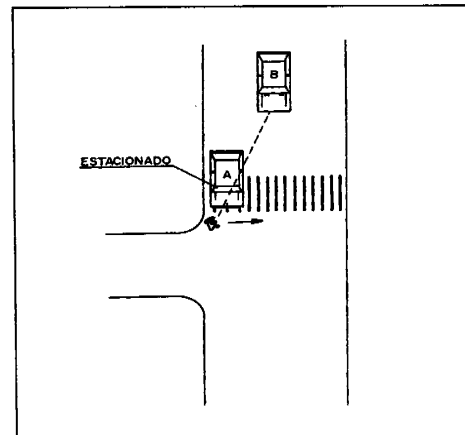



TABELA 8.2
FATORES DE ANÁLISE DE CONDIÇÕES DE TRAVESSIA

CONDIÇÕES	FATORES
Condições básicas	- local correto para a travessia - momento adequado - perceptibilidade
Condições adequadas	- condições básicas - tempo de espera tolerável - desvio tolerável da trajetória desejada
Facilidade de travessia	- distância da travessia - duração das brechas - freqüência das brechas adequadas - velocidade dos veículos - variações das velocidades dos veículos - sentidos de tráfego - número de fontes de fluxos veiculares - alterações das condições durante a travessia - visibilidade pedestres/veículos e condições/pedestres

Fonte: CET

8.5 Abalroamentos transversais em interseções sem semáforos

Muitos acidentes com vítimas são deste tipo. Os veículos se aproximam por duas vias ortogonais e os dois condutores pretendem continuar em frente. O acidente ocorre quando os dois veículos entram simultaneamente no cruzamento.

A seguir, vamos analisar o comportamento esperado dos condutores, como esta informação é comunicada, os possíveis motivos dos comportamentos que resultam em acidentes, como reconhecer estes motivos na inspeção e as medidas de engenharia de tráfego que têm por objetivo evitar estes acidentes.

Comportamento esperado dos condutores

O princípio de controle de tráfego aplicável a esta situação é simples: um dos condutores deve ter preferência sobre o outro. Na ausência de sinalização, a definição de quem tem a preferência pode figurar nos códigos de trân-

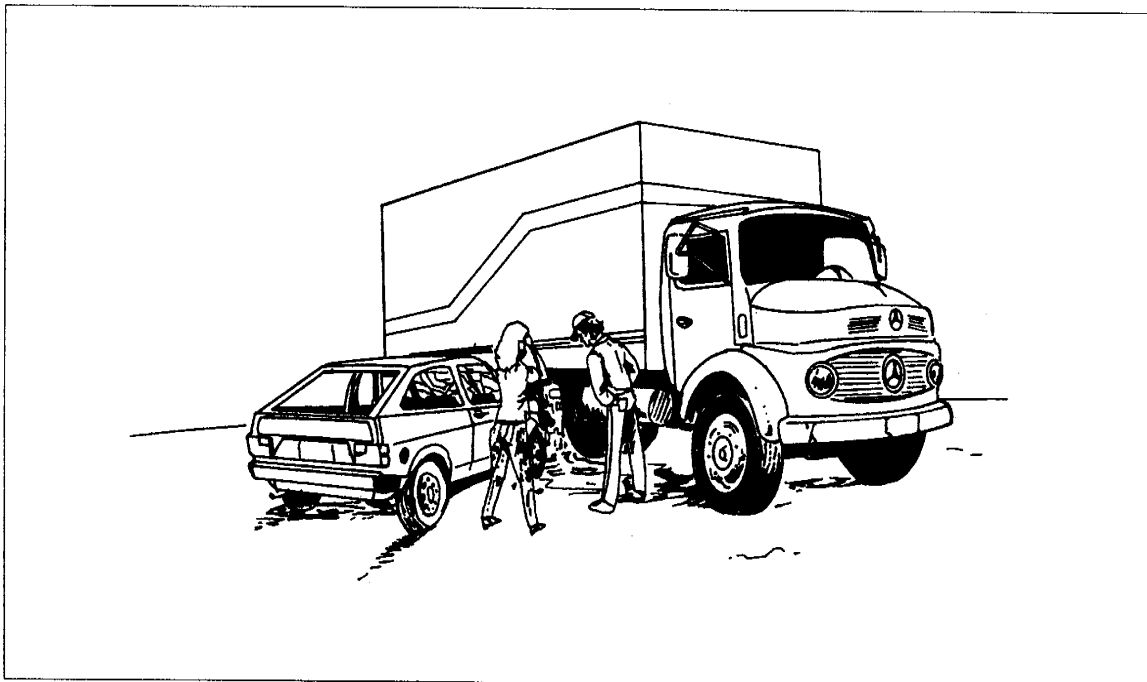
sito nacionais. No Brasil, o CTB especifica que: "quando os veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:

a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;

b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;

c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor (CTB, cap. III, art. 29, subitem III)."

Deste modo, no acidente típico sem sinalização, mostrado na Figura 8.8, em princípio, o condutor do caminhão seria o culpado. Ao vir pela direita, o automóvel teria preferência.

FIGURA 8.8
ABALROAMENTO TRANSVERSAL

Desenho: Renê José Micheletti

Para que os condutores se comportem corretamente, é necessário que ambos conheçam as normas de trânsito, que distingam entre a esquerda e a direita e que tenham estes conhecimentos tão assimilados que os manifestem automaticamente, como um reflexo condicionado. Como isto nem sempre ocorre, em São Paulo e em muitas outras cidades brasileiras, tenta-se regulamentar o comportamento dos condutores utilizando habitualmente o sinal vertical de «PARE» (Figura 8.9), às vezes reforçado pela palavra «PARE» escrita no pavimento.

Este sinal de trânsito deverá estar bem definido na regulamentação de cada país. No Brasil, define-se do seguinte modo:[3]

Nome: parada obrigatória.

Conceito: indica aos condutores a obrigatoriedade de parar antes de entrar em uma interseção.

Uso: deverá ser utilizado quando se quer obrigar os veículos a pararem antes de entrar em uma interseção.

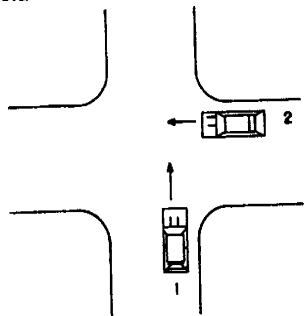
FIGURA 8.9
PLACA R-1: PARADA OBRIGATÓRIA (CTB)

A utilização desse sinal para definir a preferência nos cruzamentos sem semáforos é muito comum. Segundo a referência citada, a placa deve ser exposta unicamente na via não preferencial e pode ser utilizada para reforçar a norma de direito de prosseguimento dos veículos da direita ou para revertê-la.

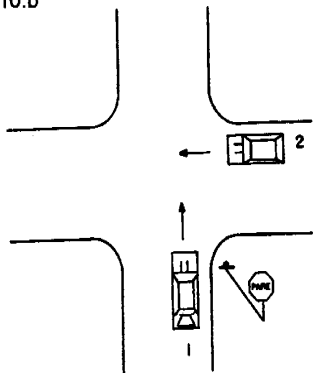
O conjunto de controle composto pelos dois elementos (sinal de «PARE» e direito de preferência da direita) cria a possibilidade de três situações diferentes para os encontros entre dois veículos, em ângulo reto, em cruzamentos sem semáforos, quando analisadas do ponto de vista dos usuários.

I. Ausência de sinalização (Figura 8.10.a)

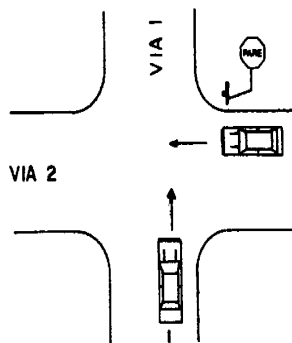
Comportamento sob o controle da norma de preferência da direita. O veículo 1 procede pela esquerda e deve dar preferência ao veículo 2 que vem da direita. O condutor do veículo 2 vê que o veículo 1 se aproxima do cruzamento pela sua esquerda e, portanto, supõe que o condutor do veículo 1 lhe dará preferência.

FIGURA 8.10.a

II. Sinal de «PARE», reforçando o direito de preferência da direita (Figura 8.10.b)

O sinal de «PARE» exposto ao veículo 1, procedente da esquerda, reforça a exigência de dar preferência ao veículo 2, procedente da direita. O condutor do veículo 2, ao não encontrar sinais que indiquem o contrário, vê que o veículo se aproxima do cruzamento pela sua esquerda e supõe que o seu condutor lhe dará preferência.

FIGURA 8.10.b

III. Sinal de «PARE», invertendo o direito de preferência da direita (Figura 8.10.c)

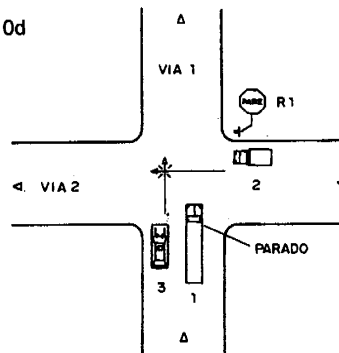
Nesta situação, a intenção é dar preferência aos veículos que transitam pela via 1. Esta necessidade pode surgir quando o volume de veículos que transitam pela via 1 é muito maior que o da via 2.

FIGURA 8.10.c

No entanto, a utilização do sinal «PARE», desta forma, conjuntamente com a norma de direito de preferência, gera uma *situação anômala* segundo o seguinte raciocínio:

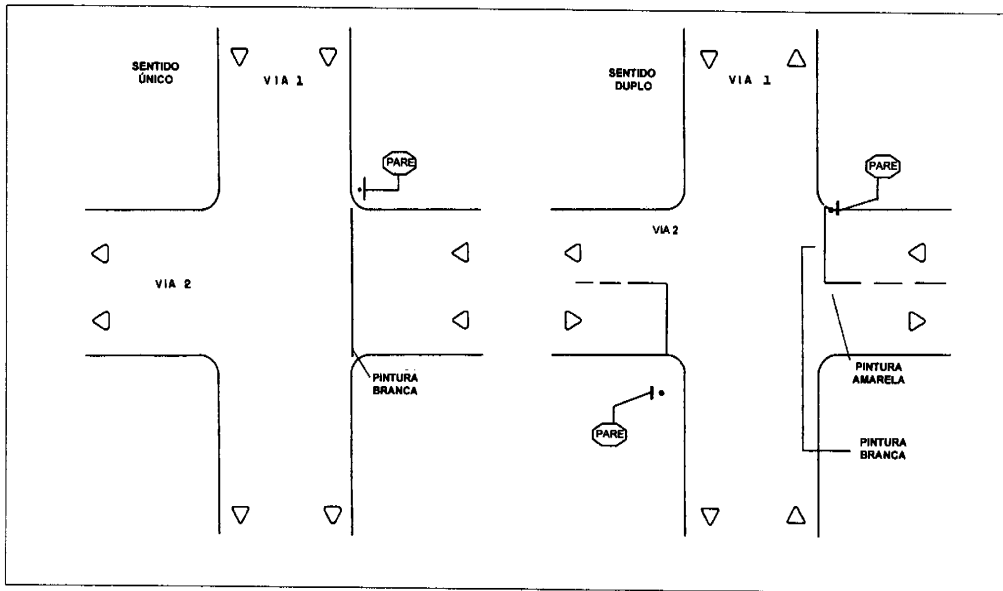
- o condutor do veículo 2, ao encontrar o sinal «PARE», pensa que deve dar preferência ao veículo 1, enquanto que
- o condutor do veículo 1, ao não encontrar nenhum sinal, é obrigado pela norma de direito de preferência a dar preferência ao veículo 2.

Assim, podem aparecer dois problemas:

- Ambos os condutores se detêm, pensando que devem dar preferência ao outro. Quem avança primeiro o fará pensando que está infringindo as normas e que o outro condutor não está entendendo a sinalização. Ou, pelo contrário, ambos avançam simultaneamente e causam o acidente. Qualquer um dos dois resultados incentiva os condutores a desobedecerem a sinalização.
- Também pode ocorrer que ambos condutores se detenham e que o condutor 2 decida avançar e entre em conflito com um terceiro veículo cujo condutor, familiarizado com o local, cruza a via 2 sem se deter, ultrapassando o veículo 1 pela esquerda, oculto para o condutor do veículo 2 até o momento do impacto (Figura 8.10.d).

FIGURA 8.10d

Esta falta de informação, em muitas interseções sem semáforos, pode ocasionar acidentes e deve ser analisada no diagnóstico das possíveis causas de acidentes e avaliada quanto aos motivos de desobediência do sinal «PARE», em geral.

Na ausência de um sinal que indique ao condutor que está transitando pela via preferencial, pode-se melhorar a situação, ao menos nas vias asfaltadas, com a sinalização horizontal, conforme a Figura 8.11. Sem dúvida, isto não é compatível com a presença de faixas de travessia.

FIGURA 8.11
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL DE PREFERÊNCIA

Outra solução seria a implantação de redutores de velocidade (quebra-mola) na via 2, com a sinalização de advertência pertinente (ver Capítulo 10).

Situações que resultam em acidentes

Resumindo a análise do comportamento esperado dos condutores, exposta nos parágrafos anteriores, há duas situações típicas que provocam acidentes:

- *O condutor se aproxima pela via não preferencial e não dá preferência ao condutor da via preferencial.*
- *A sinalização, conjuntamente com a norma de direito de preferência, indica que nenhum dos dois condutores tem preferência (situação anômala). Ambos avançam simultaneamente, ou porque interpretam mal a parada momentânea do outro, ou porque desobedecem a norma do direito de preferência.*

Metodologia da redução dos acidentes

Nas situações em que a preferência está estabelecida, a inspeção deve ter como objetivo responder à seguinte pergunta com respeito aos acidentes:

- *Porque o condutor da via não preferencial não deu a preferência ao condutor da via preferencial?*

Na Tabela AI.10(a), do Anexo 1, para uso na própria inspeção, apresentam-se comportamentos de condutores e a seleção dos elementos de conduta considerados mais perigosos. Isso ajuda a identificar os motivos existentes no local que correspondem a estes comportamentos perigosos. Posteriormente, poderão ser selecionados os melhoramentos mais adequados ao problema exposto.

Nas *situações anômalas*, nas quais a preferência não está definida, requer-se uma análise mais cuidadosa. Recomenda-se identificar, da mesma forma, o comportamento dos condutores mais susceptível a gerar acidentes e os possíveis motivos. Não obstante, a seleção de melhoras é mais complexa, já que pode acontecer que a falta de definição da via preferencial seja um fator importante nos acidentes. Caso se considere a falta de definição como um fator importante, seria recomendável um estudo de uma área maior, tendo em conta as características de cada via e seus cruzamentos, nos trechos situados antes e depois do ponto crítico, para poder definir qual via deve ter preferência e as disposições necessárias para prover uma informação clara aos condutores, nas duas vias.

A Tabela AI.10(b), do Anexo 1, apresenta possíveis melhorias para cada motivo correspondente ao comportamento perigoso observado. As condições particulares do local e do trânsito ajudam a determinar a melhoria mais adequada.

Em resumo, a metodologia consta dos seguintes passos:

- identificar os comportamentos presumidamente associados aos acidentes;
- identificar os comportamentos perigosos dos condutores em geral; e
- identificar os possíveis motivos para estes comportamentos.

Com as tabelas de melhorias:

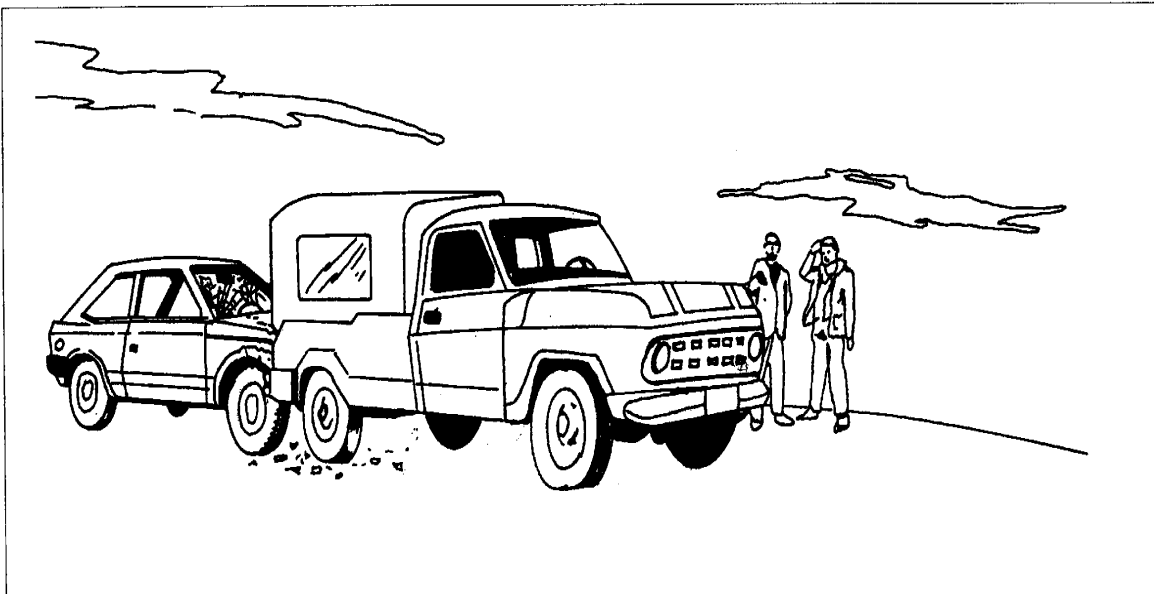
- confeccionar a lista de melhorias disponíveis para cada motivo identificado através da análise da tabela de possíveis melhorias;
- descontar as melhorias já existentes no local; e
- dentre as melhorias restantes, selecionar a/s mais adequada/s à situação, tendo em conta todas as condições particulares do local.

8.6 Colisões traseiras e choques contra veículos parados

Caracterização das colisões traseiras (Figura 8.12)

Na maioria destes acidentes o condutor do primeiro veículo reduz a velocidade, por algum motivo, e o condutor do segundo veículo não acompanha adequadamente essa redução e choca-se contra a parte traseira do primeiro veículo.

Às vezes, a colisão é produzida imediatamente depois do primeiro veículo haver parado, por exemplo em um semáforo em vermelho. Também há colisões traseiras nas quais o primeiro veículo estava estacionado, sem condutor, no momento do acidente.

FIGURA 8.12
COLISÃO TRASEIRA

Desenho: René José Micheletti

Metodologia de redução das colisões traseiras

Nos locais onde proliferem estes acidentes recomenda-se disposições com o objetivo de:

- eliminar a necessidade de reduzir a velocidade (se for possível);
- suavizar as reduções de velocidade onde não se possa eliminá-las, avisando com antecipação aos condutores que se aproximam de um local que pode requerer tal redução; e
- diminuir as possíveis conseqüências das reduções de velocidade.

Para reduzir o número e a gravidade destes acidentes, deve-se observar o trânsito do local e identificar os motivos mais comuns para as reduções de velocidade, selecionando aqueles que mais pareçam ser fonte de colisões traseiras e aqueles que provoquem reduções mais bruscas. Estes últimos serão, provavelmente, os responsáveis pelas colisões mais graves.

No caso dos locais onde são muito numerosas as colisões com veículos estacionados, é recomendável o estudo dos possíveis problemas de visibilidade e a instalação do sinal proibindo estacionar ou a modificação do traçado viário para diminuir a possibilidade de colisões. A Tabela AI.11, do Anexo I, apresenta recomendações para cada motivo correspondente ao comportamento perigoso observado.

8.7 Outros tipos de acidentes

Os tipos de acidentes analisados nos tópicos anteriores (atropelamentos, abalroamentos transversais em interseções sem semáforos, colisões traseiras e choques) são os mais comuns nas área urbanas.

O mesmo tipo de análise, incluída na elaboração das tabelas de apoio às inspeções, pode ser aplicado a outros tipos de acidentes. Entre eles destacamos:

- abalroamentos tranversais em cruzamentos com semáforos;
- acidentes com apenas um veículo envolvido; e
- acidentes com motocicletas envolvidas.

Esta análise fica como exercício para o leitor, sendo pertinentes as seguintes observações, para cada um dos três tipos de acidentes mencionados.

Abalroamentos transversais em cruzamentos com semáforos

Neste tipo de acidente, normalmente um dos dois condutores envolvidos passou com o semáforo em vermelho. Em interseções muito grandes pode também ocorrer um acidente entre o último veículo que passa com o semáforo em amarelo de uma via e o primeiro que passa com o semáforo em verde da transversal.

No caso dos condutores que passam com o semáforo em vermelho existem três explicações básicas:

- simples desobediência;
- deficiência na visibilidade dos semáforos; e
- *excesso de visibilidade* dos semáforos.

Excesso de visibilidade refere-se à situação em que, devido a posição dos sinais luminosos, o condutor não apenas vê o semáforo que lhe corresponde, mas também o da via transversal. Assim, ao invés de esperar o sinal verde, já inicia a travessia do cruzamento durante a fase amarela da outra via.

Os tratamentos mais adequados para estes casos são apresentados e discutidos detalhadamente no Capítulo 10.

Acidentes com um só veículo

Neste tipo de acidente, o veículo pode sair da pista e chocar-se contra algum objeto fixo na calçada ou algum edifício voltado para a rua.

Quando este tipo de acidente ocorre reiteradas vezes no mesmo ponto, será possível identificar melhorias na engenharia de tráfego para prevenir os acidentes ou para reduzir suas conseqüências. As medidas típicas incluem:

- melhoria da superelevação, especialmente nas curvas;
- sinalização de advertência;
- distanciamento dos objetos fixos da rua;
- gradis;
- redutores de velocidade; e
- frisagem ou renovação do pavimento.

Obviamente, a seleção das medidas depende dos resultados da análise dos fatores contribuintes.

Acidentes com motocicletas

A utilização de motocicletas é pouco recomendável, já que a falta de segurança é característica inerente desse veículo, cujos índices de mortes por veículo-km chegam a superar em 42 vezes o dos automóveis (Wright, 1992: 104). Além do mais, a falta de proteção física dos motociclistas costuma provocar ferimentos mais graves que os sofridos pelos passageiros de automóveis. O problema tende a agravar-se a medida que aumenta o número de motocicletas, que são veículos muito mais baratos que os automóveis e ao alcançe de um maior número de consumidores.

Em termos de engenharia de tráfego as medidas corretivas são escassas:

- evitar pistas danificadas e/ou com buracos; e
- implantar rotas ou faixas exclusivas para motocicletas.

A primeira proposta é importante, pois qualquer defeito na via, por menor que pareça, pode ser letal. A segunda proposta é pouco factível pela falta de espaço nas cidades, pela incompatibilidade da motocicleta com o trânsito de pedestres e ciclistas e pelo elevadíssimo custo de tais projetos.

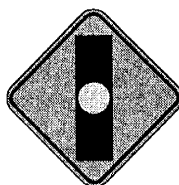
Uma solução parcial residiria em uma conduta mais defensiva dos motociclistas, uma maior presença policial e educação de trânsito, infundindo mais tolerância e respeito nos condutores de outros veículos. Por parte dos próprios motociclistas, pode-se também recorrer ao uso permanente das lanternas, do capacete, de botas e de roupas protetoras.

Alguns autores sugerem que as autoridades de trânsito devam desalentar o uso de motocicletas, requerendo longos períodos de aprendizagem em ciclomotores de pequena potência (Plowden e Hillman, 1984: 63-65) ou simplesmente limitando seu uso em vias públicas, unicamente à polícia (Wright, 1992: 111).

---

[1] No Brasil, à época da redação deste trabalho, o exame médico podia não ter sido recente e havia muitas limitações na «educação» sobre trânsito, como também havia casos de condutores com carteira de motorista sem terem capacidade efetiva de leitura.

[2] Nas áreas urbanas, à noite, é obrigatório o uso de farol baixo, para evitar ofuscar aos condutores que vêm em sentido contrário. É ilegal conduzir apenas com as lanternas acesas.

[3] Fonte: *Manual de Sinalização Urbana: Norma de Projeto,* Volume 2 Sinalização Vertical da Regulamentação PMSP; SMT, DSV, CET, CONVÊNIO DENATRAN-CET, 1978.

CAPÍTULO 9

ANÁLISE E DIAGNÓSTICO
Exemplos Ilustrativos

Neste capítulo, apresentam-se casos completos e inéditos de pontos críticos. O primeiro estudo trata de uma interseção relativamente simples, com um índice de acidentes comparável ao de muitos pontos críticos encontrados nas cidades de porte médio do Brasil.

O segundo estudo trata de um dos piores pontos críticos do Município de São Paulo na década de oitenta: Avenida Alcântara Machado (Radial Leste) com Rua Carneiro Leão, onde se registraram numerosos acidentes, incluindo muitos atropelamentos e outros acidentes com vítimas. O local, uma interseção de uma das vias de maior movimento em São Paulo, foi eleito porque apresentava, reunidos em um só ponto, muitos dos problemas que se encontram em estudos deste tipo, sendo um exemplo didático que ilustra uma gama ampla de problemas práticos e soluções alternativas.

9.1 Estudo de caso nº 1

RUA MAMORÉ X RUA NEWTON PRADO

Caracterização do local

O local apresentava (Figuras 9.1 e 9.2) uma interseção de duas vias, ambas de sentido único, no Bairro do Bom Retiro, no lado antigo da Cidade de São Paulo. O uso do solo era misto, composto de residências e casas comerciais. O volume de trânsito era baixo, equilibrado nas duas ruas, e de baixa velocidade, sem que fosse possível caracterizar uma das ruas como marcadamente preferencial. O volume de pedestres também era baixo e equilibrado nas duas ruas. A sinalização do local consistia em uma placa de PARE na aproximação da Rua Mamoré e placas definindo a direção de cada via de acordo com as normas vigentes na Cidade, na época.

FIGURA 9.1
LOCALIZAÇÃO DO PONTO CRÍTICO
RUA MARMORÉ x RUA NEWTON PRADO

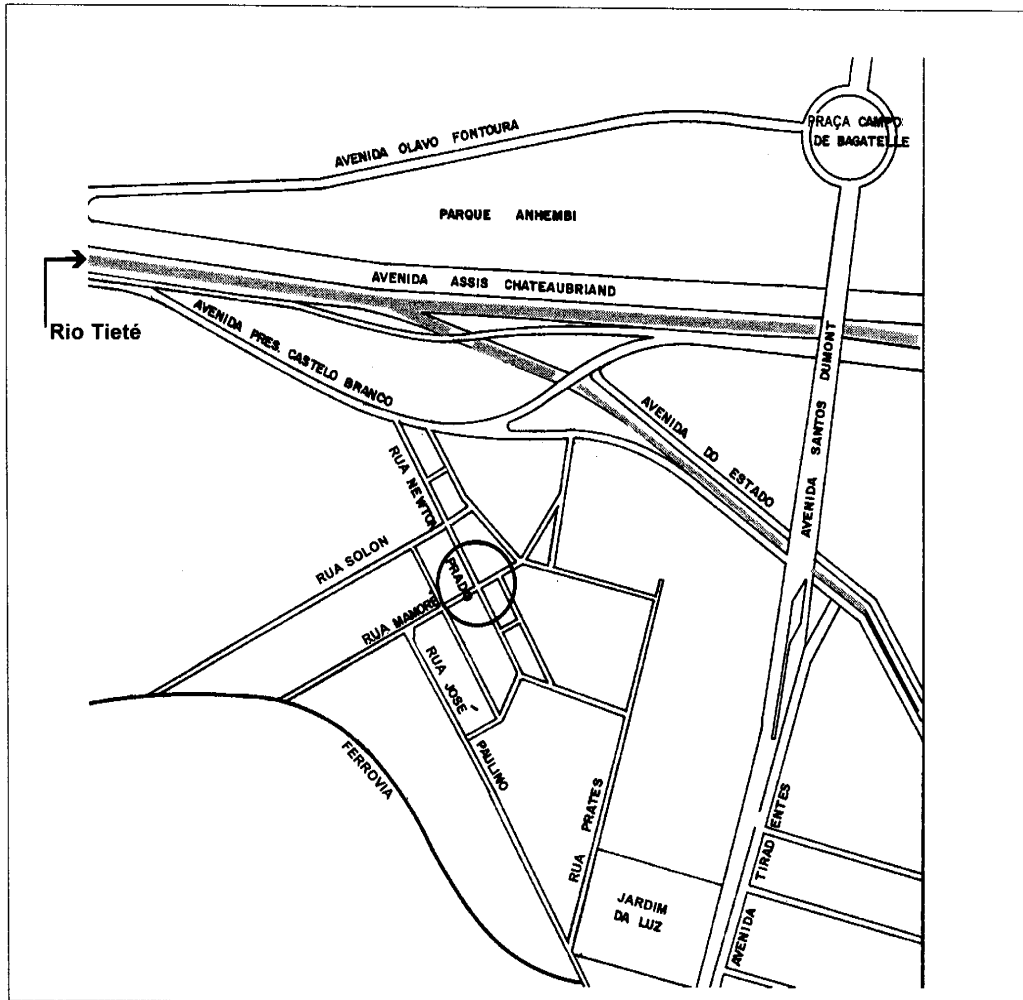
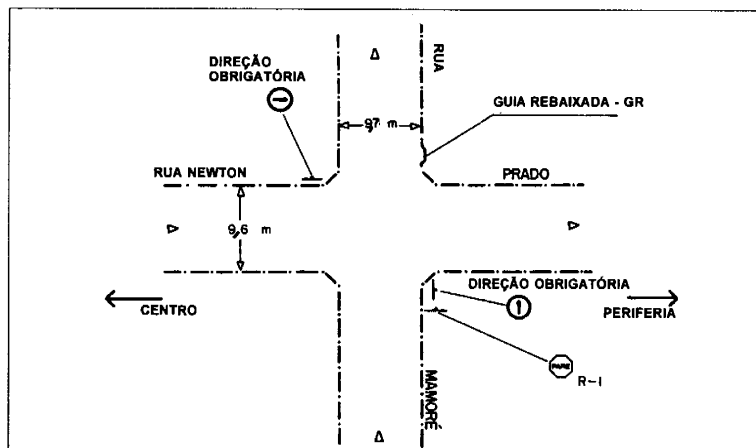



FIGURA 9.2
SITUAÇÃO ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO
RUA MARMORÉ x RUA NEWTON PRADO

Fonte: CET

Análise dos dados disponíveis

A Tabela 9.1 (ver esta tabela e as que seguem no final deste capítulo) apresenta o histórico dos acidentes registrados seis meses antes e seis meses depois da implantação do projeto, elaborado como resultado do estudo de caso. A seguir, analisaremos os dados referentes aos acidentes ocorridos no período anterior ao projeto.

A – EVOLUÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES

A evolução mensal dos acidentes no semestre anterior ao projeto é apresentada na Tabela 9.2. Recomenda-se um período de pelo menos um ano para examinar as tendências da freqüência de acidentes em um local determinado, porém, neste caso, os dados disponíveis abrangeram apenas seis meses. Nesse período os números mensais não mostraram uma tendência significativa ao crescimento ou à diminuição.

B – DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA E POR DIA DA SEMANA

A Tabela 9.3 apresenta a distribuição horária e por dia da semana, dos acidentes, antes da implantação do projeto.

Onze dos doze acidentes ocorreram em dias úteis, apenas dois ocorreram à noite e oito (incluindo os dois com vítimas) ocorreram em dias e horários úteis (das 9h00 às 18h00).

Esta análise permite eliminar a deficiência da iluminação noturna como fator gerador de acidentes, assim como os fatores associados ao fim de semana: baixo volume de trânsito (que permite altas velocidades); e condutores sob a influência de álcool.

C – CONDIÇÃO DA PISTA

Dos cinco acidentes com informação disponível, quatro ocorreram com a pista seca. Assim sendo, a condição do pavimento provavelmente não influiu significativamente nos acidentes.

D – DIAGRAMA DOS ACIDENTES

Esta informação estava disponível para cinco acidentes. Todos eles foram abalroamentos transversais entre dois veículos, um em cada via e nenhum transitando em sentido contrário. Isto indica, evidentemente, a desobediência da norma de preferência por parte dos condutores que transitavam pela Rua Mamoré. Esta desobediência pode ser voluntária ou por desconhecimento sobre qual seria a via preferencial.

Completando os dados disponíveis: diagnóstico

Foi realizada uma inspeção do local, em um dia útil, na faixa horária da tarde, típica do período com mais casos de acidentes. Observou-se que, segundo era previsível, muitos dos condutores que transitavam pela Rua Mamoré não respeitavam a preferência definida pelo sinal PARE. A visibilidade do sinal era muito deficiente, por estar oculto por uma árvore, e não havia outra sinalização de preferência para compensar este problema.

Todas as características das duas ruas, especialmente a largura e a intensidade do fluxo de circulação, eram quase idênticas, resultando, efetivamente, em uma ausência total de informação para os condutores a respeito da preferência. Esta situação se agravava ainda mais pela presença, no local, de uma *«situação anômala»* descrita no item 8.5: a inversão da norma de preferência da direita, em interseções sem sinalização semafórica. Esta norma havia sido invertida, no local, com um sinal de PARE, com o propósito de dar preferência aos condutores procedentes da Rua Newton Prado. Esta rua carecia de sinalização e, de fato, não existe nenhum sinal na norma brasileira que indique ao condutor que está em uma via preferencial. Este problema parece ser comum nas Américas; em alguns países da Europa existe uma placa ou sinalização horizontal que indica ao condutor que ele está em uma via preferencial.

Deste modo, os condutores poderiam não saber que transitavam pela via preferencial, já que, sem sinalização contrária, eles deviam ceder a preferência aos condutores procedentes da Rua Mamoré, a menos que vissem que estes tinham um sinal de PARE.

Ante essa situação, espera-se uma conduta mista dos condutores de cada rua: alguns duvidando, diminuindo a velocidade ou até parando; outros não, fatos que podem gerar os tipos de acidentes observados.

Além disso, a ausência de qualquer tipo de sinalização horizontal minimizava a visibilidade da interseção para os condutores que se aproximavam e não havia uma indicação clara de onde os condutores deviam deter-se na Rua Mamoré.

Projeto elaborado e implantado

O projeto elaborado e implantado apresenta-se na Figura 9.3. O sinal PARE foi transferido para um local visível e a definição da preferência foi reforçada, com outro sinal de PARE, no lado esquerdo da Rua Mamoré.

Para um aumento geral da visibilidade da interseção e para definir os limites da área de conflito, foram implantadas quatro faixas de travessia de pedestres, ainda que estas não fossem necessárias para o cruzamento de pedestres, tendo em conta o baixo volume destes e a inexistência de atropelamentos.

Resultados e avaliação

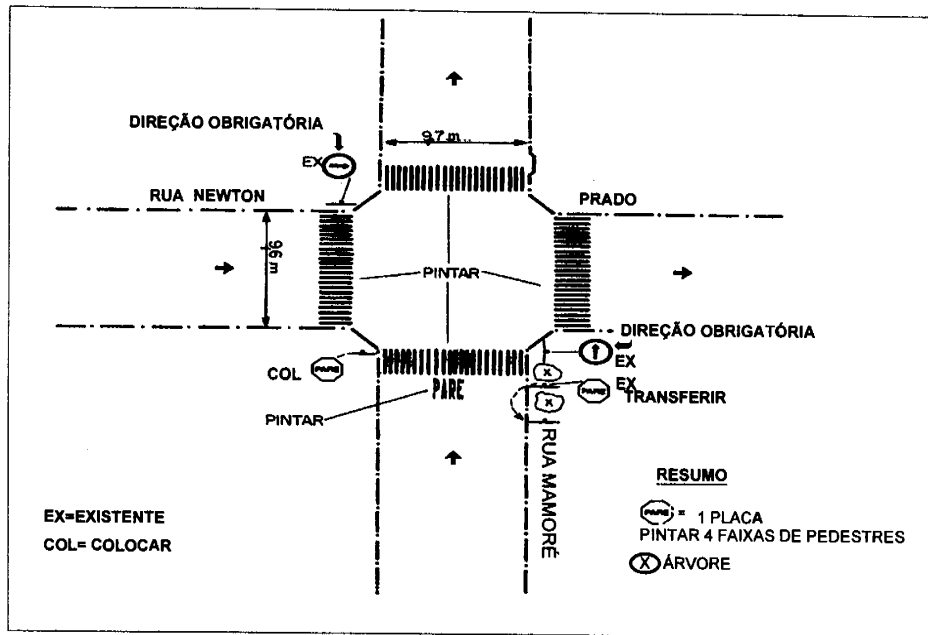
A freqüência de acidentes diminuiu em 75%, de 12 casos no semestre anterior ao projeto, para 3 casos, no semestre posterior. O tipo de acidente continuou sendo o mesmo: abalroamento transversal. Ante isto, cabe recordar que não se eliminou a *situação anômala* que gera este tipo de acidentes. A preferência foi mantida na Rua Newton Prado em todas as interseções sem semáforos, ao longo de sua extensão.

Conclusões

As medidas eleitas proporcionaram:

- reforço na sinalização de preferência;
- maior visibilidade da interseção; e
- melhor delimitação da área de conflito.

Estas medidas contribuiram para diminuir a freqüência de acidentes em 75%.

FIGURA 9.3
SITUAÇÃO DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO
RUA MAMORÉ x RUA NEWTON PRADO

Fonte: CET

Tais conclusões serão reforçadas se esta redução for mantida durante pelo menos um ano após a implantação do projeto, eliminando qualquer efeito sazonal. Neste caso, os dados do estudo (seis meses antes e seis meses depois) permitem comparar apenas os casos do período de julho a dezembro, antes da implantação, com os casos de fevereiro a julho, do período posterior à implantação.

9.2 Estudo de caso nº 2

AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO (RADIAL LESTE) x RUA CARNEIRO LEÃO

Caracterização do local

A Avenida Alcântara Machado (Radial Leste), uma das principais vias de São Paulo, une a Zona Leste com a Área Central e com as demais zonas da cidade (veja Figuras 9.4 e 9.5). Cruzava-se com a R. Carneiro Leão em nível com uma interseção com semáforos, situada próximo ao princípio do viaduto do Rio Tamanduateí (posteriormente o cruzamento foi eliminado com o fechamento do canteiro central).

A partir deste viaduto, a Av. Alcântara Machado se transforma na Ligação Leste-Oeste, uma via rápida elevada que tem uma extensão de 5.5 km, sem nenhuma interseção em nível. Na direção leste, esta avenida continua por mais de 1,5 km, sem interseções em nível, ainda que este trecho não seja uma via rápida. O primeiro cruzamento ocorre na Praça Presidente Kennedy, depois do Viaduto Alcântara Machado, sobre uma via férrea.

A R. Carneiro Leão funcionava como uma distribuidora de veículos procedentes da R. do Gasômetro para a Ligação Leste-Oeste, para a Zona Leste através da Av. Alcântara Machado e para a Zona Sudoeste pela Av. do Estado. No ano de 1979, foram registrados pela polícia militar 99 acidentes de trânsito na interseção, número superado em apenas duas interseções de São Paulo (Av. do Estado x R. dos Patriotas e Av. Interlagos x Av. N. S. do Sabará).

Análise dos dados disponíveis

Realizou-se uma análise da informação dos boletins de ocorrência disponíveis, referentes aos acidentes registrados no período julho 1978 – abril 1980. De um total de 177 acidentes registrados pelas telefonistas, foram localizados os boletins de 118, ficando 59 sem informação.

A – EVOLUÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES

A Figura 9.6 apresenta a evolução mensal da freqüência de acidentes (com vítimas, atropelamentos e total). O total mensal chegou a um máximo de 21, em março de 1979, depois diminuiu até uma média de cerca de 6,5 acidentes por mês. Os acidentes com vítimas oscilaram ao redor de 1,5 por mês, sem mostrar tendência ao crescimento nem à diminuição.

Acredita-se que a diminuição da freqüência total de acidentes, resultante da diminuição dos acidentes sem vítimas, é pouco significativa e que simplesmente reflete uma diminuição do registro destes acidentes pela polícia, que concedeu prioridade aos acidentes com vítimas e aos atropelamentos.

FIGURA 9.4
LOCALIZAÇÃO E ÁREA DE ESTUDO DO SEGUNDO PONTO CRÍTICO
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

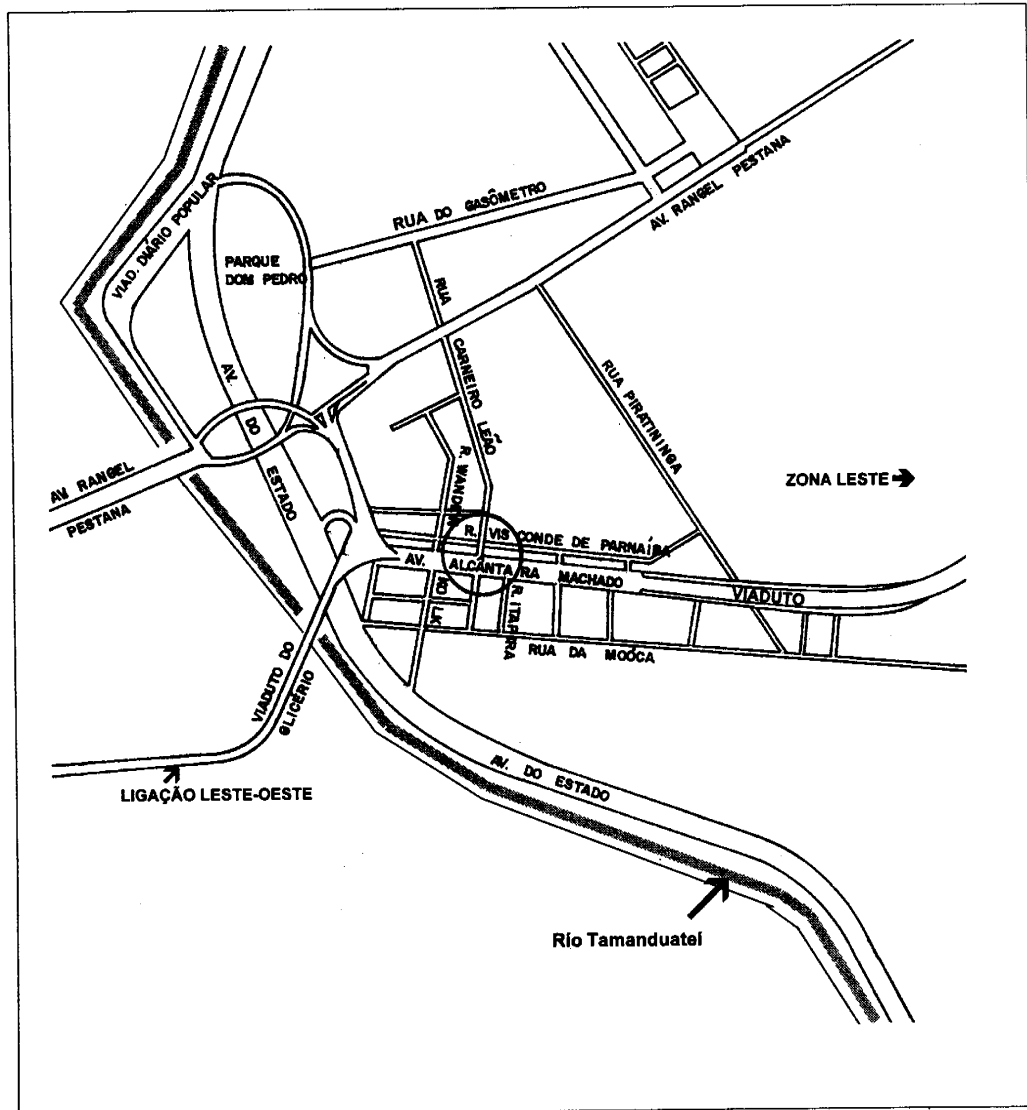
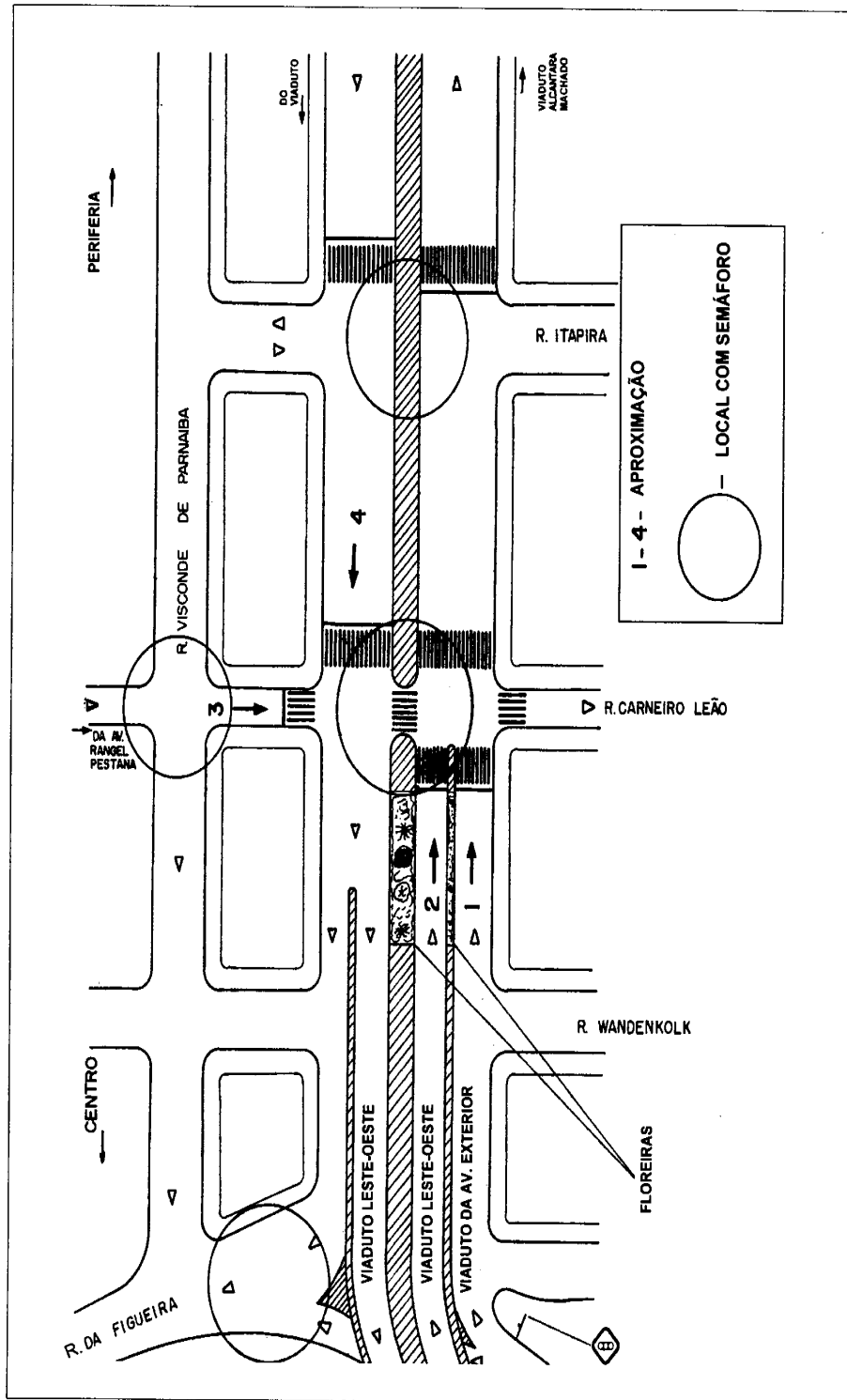
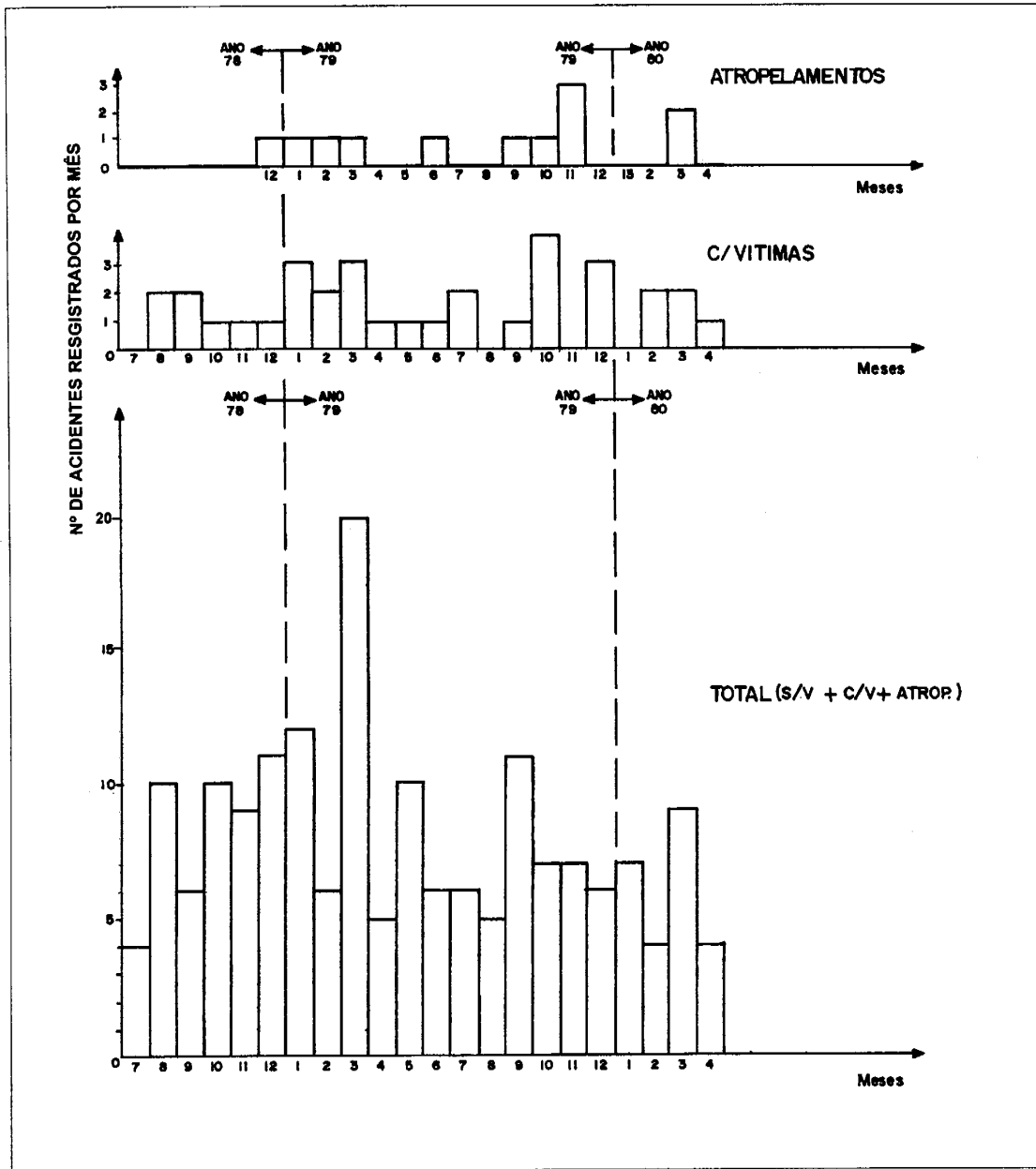



FIGURA 9.5
APROXIMAÇÕES
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

B – DISTRIBUIÇÃO POR HORA E DIA DA SEMANA

A maioria dos acidentes ocorreram na faixa horária das 11 às 19 horas (Tabela 9.4); apenas um terço ocorrem à noite (entre 18 e 6 horas). O pior dia é terça-feira e o pior período vai das 11 às 18horas. Os acidentes com vítimas distribuem-se por todos os dias, em uma faixa horária ampla (das 6 às 23 horas); enquanto os atropelamentos são em número de 5 às quartas-feiras e nenhum às quintas ou sextas-feiras. Portanto, o problema da interseção se manifesta principalmente no período diurno, durante toda a semana.

FIGURA 9.6
EVOLUÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte dos dados originais: CET

C – CONDIÇÕES DO PAVIMENTO

Dos 118 casos com informação, apenas 13 (aproximadamente 11%) ocorreram com a pista molhada. Portanto, o estado do pavimento não foi um fator significativo.

D – DIAGRAMA DE ACIDENTES

A Tabela 9.5 mostra o número de acidentes registrados por tipo (S/V, C/V, A/T), com/sem boletim policial e com/sem diagrama de acidentes aproveitável.

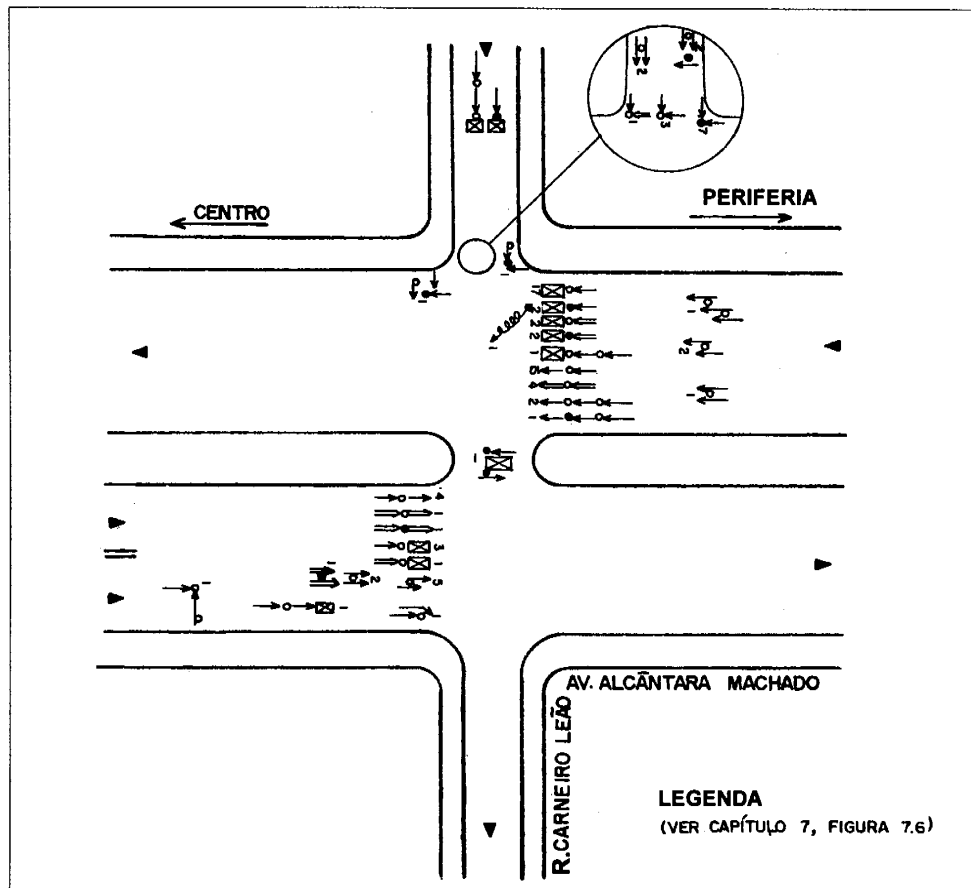
A tabela mostra que se encontrou boletins com diagrama aproveitável apenas para 91 acidentes, aproximadamente 52% do total registrado (para os demais existia apenas uma ficha de registro realizada pelas telefonistas de plantão, que haviam eliminado os casos de falso alarme).

Não se sabe se os 91 casos com diagramas de acidentes aproveitáveis são realmente representativos de todos os acidentes registrados. Sem dúvida, são suficientes para realizar uma boa análise dos problemas da interseção. Entre os acidentes mais graves, 18 (55%) dos 33 acidentes com vítimas tinham diagramas de acidentes aproveitáveis, frente a apenas 3 (25%) dos 12 atropelamentos, o que dificulta a análise de suas causas.

Ante o volume de informações, realizou-se um diagrama resumido (Figura 9.7). O símbolo de cada tipo de acidente aparece apenas uma vez, com o número de casos anotado ao lado.

Nos diagramas de acidentes aproveitáveis, os acidentes mais comuns foram:

- colisão traseira (ou engavetamento), com veículo parado ou em movimento, na Av. Alcântara Machado, sentido periferia-centro (49);
- colisão traseira com veículo parado ou em movimento na Av. Alcântara Machado, sentido centro-periferia (11);
- abalroamento transversal, entre veículo procedente da R. Carneiro Leão e veículo na Av. Alcântara Machado, sentido periferia-centro (11);
- atropelamentos (3).

FIGURA 9.7
DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE ACIDENTES
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Essa informação revela alguns indícios preliminares dos fatores geradores de acidentes no local.

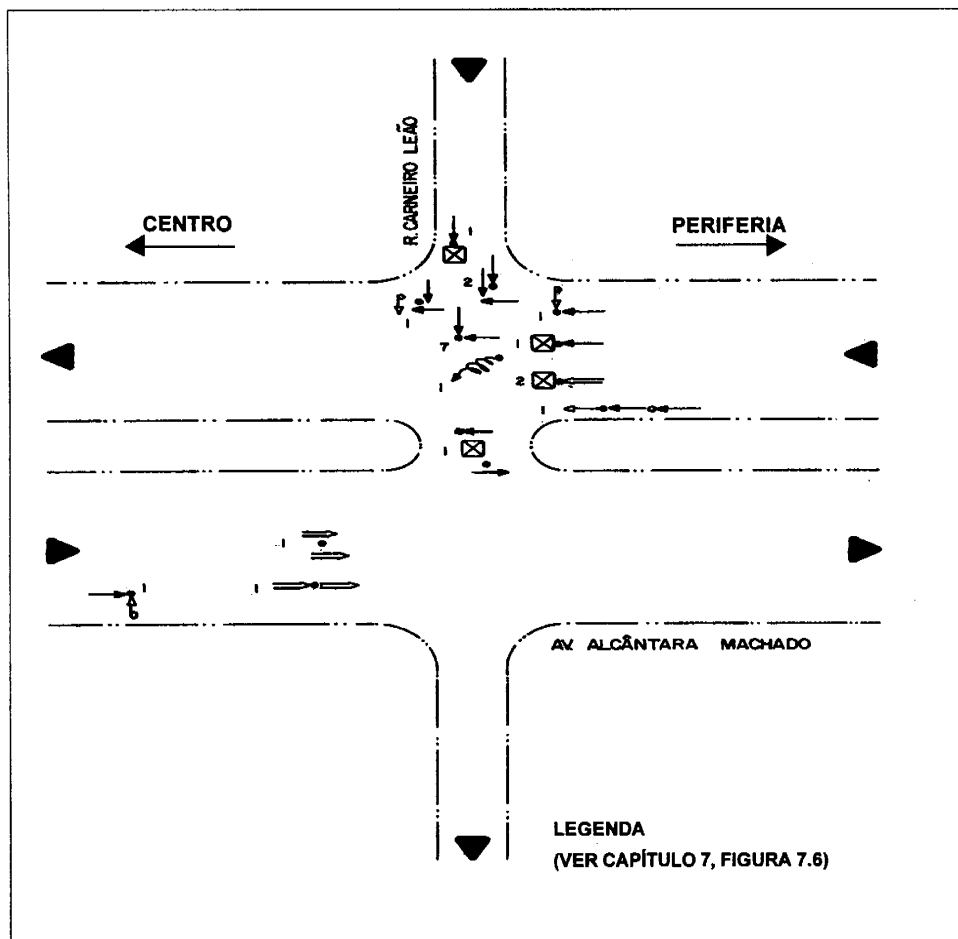
A elevada incidência de colisões traseiras, na Av. Alcântara Machado, sugere a possibilidade de uma deficiência na visibilidade dos semáforos e/ou excesso de velocidade por parte dos condutores, especialmente no sentido periferia-centro. A elevada incidência de abalroamentos transversais sugere a possibilidade de que os condutores estejam entrando na interseção depois do início da fase vermelha do semáforo. Também pode haver insuficiência de tempo para a «limpeza» da interseção, nas mudanças de fases dos semáforos.

Os abalroamentos laterais indicam que há condutores que efetuam uma conversão à direita sem se situarem adequadamente antes de chegar à interseção. A carência de informação sobre os atropelamentos não permite elaborar hipóteses sobre suas causas.

A Figura 9.8 apresenta o diagrama dos acidentes mais graves: os acidentes com vítimas (18) e os atropelamentos (3).

As principais características destacadas, distintas das do diagrama anterior, são:

- 9 abalroamentos transversais entre veículos procedentes da Av. Alcântara Machado, periferia-centro e veículos procedentes da R. Carneiro Leão; e
- 4 acidentes (3 choques e 1 engavetamento) envolvendo veículos parados ou diminuindo a velocidade, provavelmente por causa do semáforo da Av. Alcântara Machado, no sentido periferia-centro.

FIGURA 9.8
ACIDENTES COM VÍTIMAS E ATROPELAMENTOS
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Concluiu-se que deveria ser dada prioridade aos seguintes aspectos durante as inspeções:

- motivos para os abalroamentos transversais entre veículos procedentes da Av. Alcântara Machado, no sentido periferia-centro, e da R. Carneiro Leão;
- motivos para as colisões/choques traseiros na Av. Alcântara Machado, no sentido periferia-centro; e
- motivos para os atropelamentos em toda a área do cruzamento.

Para aprofundar a análise dos dados disponíveis, fez-se um histórico dos acidentes com vítimas (Tabela 7.1, no Capítulo 7). Os acidentes também foram agrupados para identificar fatores comuns (Tabela 7.2, no Capítulo 7), descobrindo-se que:

- em 14 acidentes estavam envolvidos veículos procedentes da Av. Alcântara Machado, sentido periferia-centro, indicando uma provável existência de problemas nessa aproximação;
- em pelo menos 7 desses acidentes, participaram veículos procedentes da Av. Alcântara Machado, sentido periferia-centro, que entraram no cruzamento com o semáforo em vermelho e chocaram contra a traseira de veículos parados ou freando por causa do semáforo vermelho, o que sugere problemas de visibilidade dos semáforos;
- seis dos abalroamentos transversais ocorreram no período das 11h30 às 15h30, o que indica a necessidade de incluir este horário na programação de inspeções;
- nenhum dia da semana se destaca especialmente no caso de abalroamentos transversais;
- dos 4 acidentes que ocorreram com pista molhada, nenhum foi abalroamento transversal.

Completando os dados disponíveis

O local foi visitado em três ocasiões em diferentes períodos do dia, utilizando a metodologia exposta no Capítulo 8, observando-se os fenômenos descritos a seguir.

A – APROXIMAÇÕES (ver Figuras 9.4 e 9.5)

APROXIMAÇÃO 1

Av. Alcântara Machado vindo do centro da cidade pelo viaduto, continuação da Av. Exterior. Aproximação em nível por duas quadras antes da interseção. Trânsito com alta velocidade na descida do viaduto. Sinalização de advertência de semáforo, antes do final da curva do viaduto. Até bem perto da interseção, tanto esta, como os semáforos, estavam pouco visíveis. A visão da aproximação 3 estava obstruída pelas floreiras do canteiro central.

APROXIMAÇÃO 2

Av. Alcântara Machado, vindo do centro pelo viaduto, continuação da Ligação Leste-Oeste. Não havia sinalização de advertência, nem da interseção, nem dos semáforos. A aproximação chegava à altura da R. Carneiro Leão pouco antes da interseção, com veículos circulando em alta velocidade. A interseção e os semáforos eram pouco visíveis à distância e a visão da aproximação 3 ficava obstruída pelas floreiras do canteiro central. Havia um leve desvio no alinhamento e no balizamento da aproximação, a uns 100 metros antes da interseção.

APROXIMAÇÃO 3

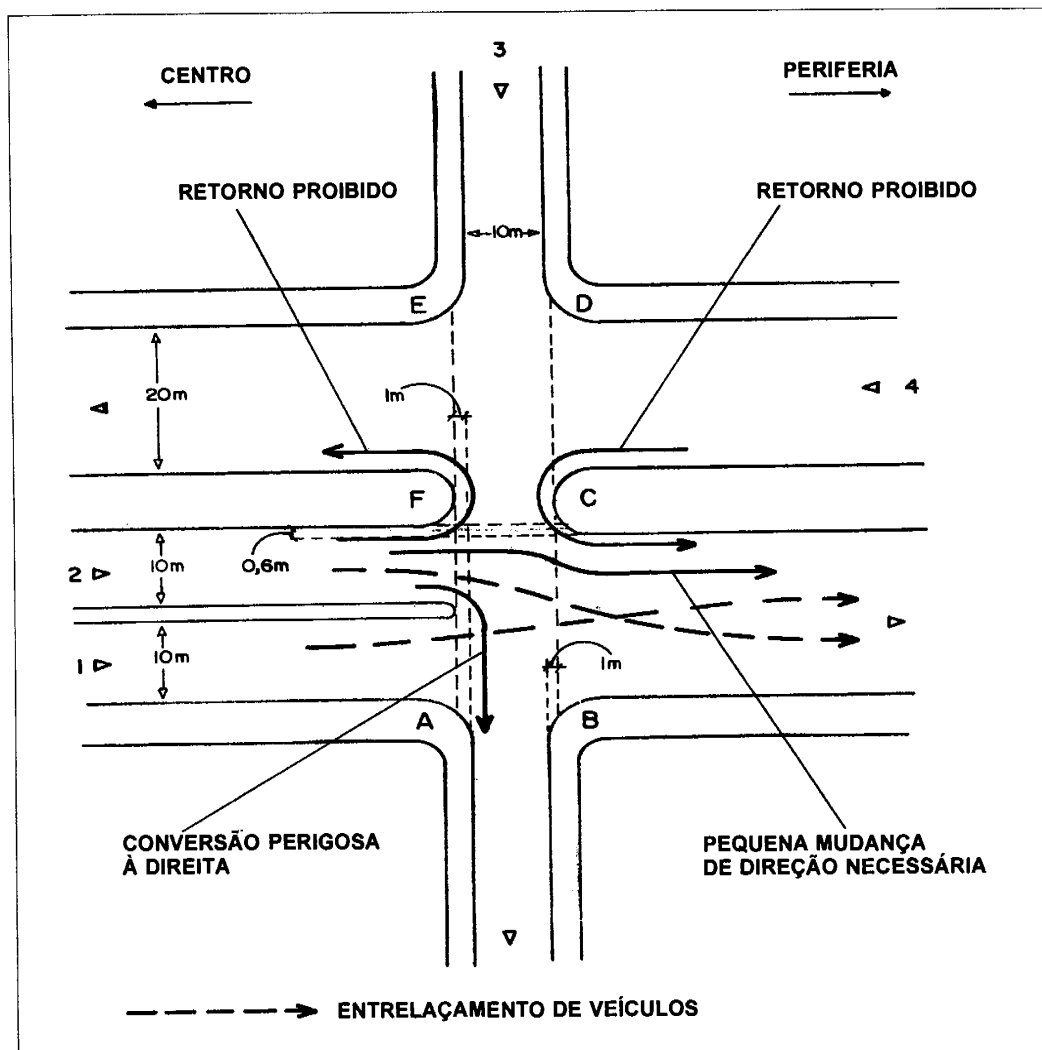
R. Carneiro Leão. A uma distância de apenas 3 automóveis (15 m) antes da interseção, havia outra interseção com semáforos (R. Visconde de Parnaíba), cujo ciclo era idêntico. O trânsito se aproximava em baixa velocidade, com boa visibilidade da interseção com a Av. Alcântara Machado.

APROXIMAÇÃO 4

Av. Alcântara Machado vindo da Zona Leste. Precedida por uma faixa de travessia de pedestres com semáforo a uma distância de 50 m, justamente antes da R. Itapira, sem abertura no canteiro central. (Posteriormente esta travessia foi eliminada com a construção de uma passarela). A sinalização da interseção com a R. Carneiro Leão era semelhante, com semáforos pouco visíveis e sem advertência de que havia trânsito na transversal.

B – GEOMETRIA (Figura 9.9)

- Os canteiros se estreitavam nas extremidades sempre curvas, o que facilitava conversões proibidas e perigosas à direita da aproximação 2 para a R. Carneiro Leão.
- A diferença no alinhamento dos divisores F e C antes e depois da interseção provocava uma mudança na direção dos veículos da faixa contígua ao canteiro central, no sentido centro-periferia. Esses veículos eram, normalmente, aqueles que se aproximavam em altas velocidades.
- O final do canteiro central entre as aproximações 1 e 2 (Av. Alcântara Machado, sentido centro-periferia), combinado com a ausência de canteiro central após a interseção, resultava no entrelaçamento de veículos com velocidades diferentes sobre a travessia de pedestres BC, aumentando o perigo de abalroamentos laterais e atropelamentos de pedestres.

FIGURA 9.9
GEOMETRIA INADEQUADA COMO POSSÍVEL CAUSA DE ACIDENTES

Fonte: CET

C - SEMÁFOROS

A interseção possuía semáforos para veículos e para pedestres (figura 9.10). Observou-se o seguinte:

Veículos

Cada uma das duas pistas de aproximação da Av. Alcântara Machado tinha 6 faixas de trânsito de alta velocidade, controladas unicamente por 2 grupos focais de semáforos. Estes encontravam-se depois do cruzamento e não dispunham de anteparos ou lâmpadas de alta intensidade.

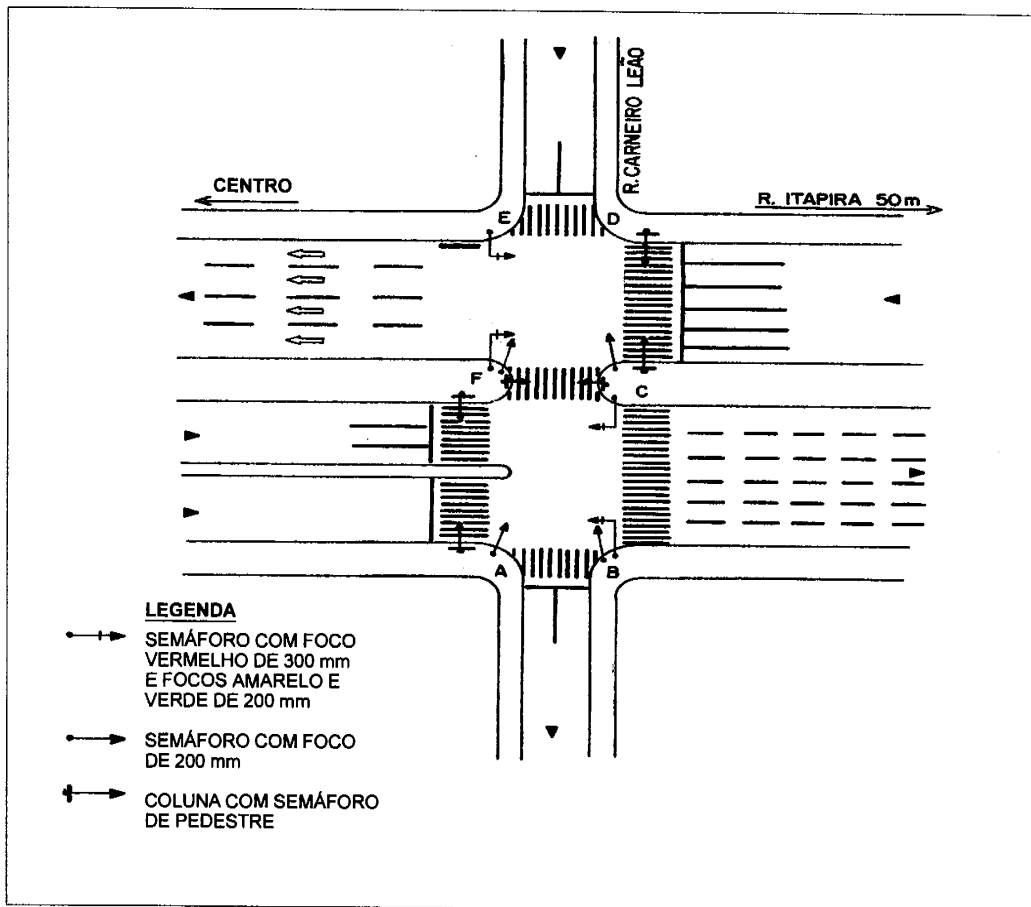
Pedestres

Apenas 3 dos sete pontos de cruzamento possíveis estavam dotados de semáforos para pedestres: AF, FC e CD. (A travessia e segurança dos pedestres são analisadas mais adiante).

Outros locais

A interseção da R. Carneiro Leão com a R. Visconde de Parnaíba tinha semáforos com um ciclo idêntico ao da Av. Alcântara Machado com a R. Carneiro Leão (Figura 9.5).

O cruzamento de pedestres, em frente a R. Itapira, tinha semáforos com o mesmo ciclo, porém com características diferentes.

FIGURA 9.10
SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

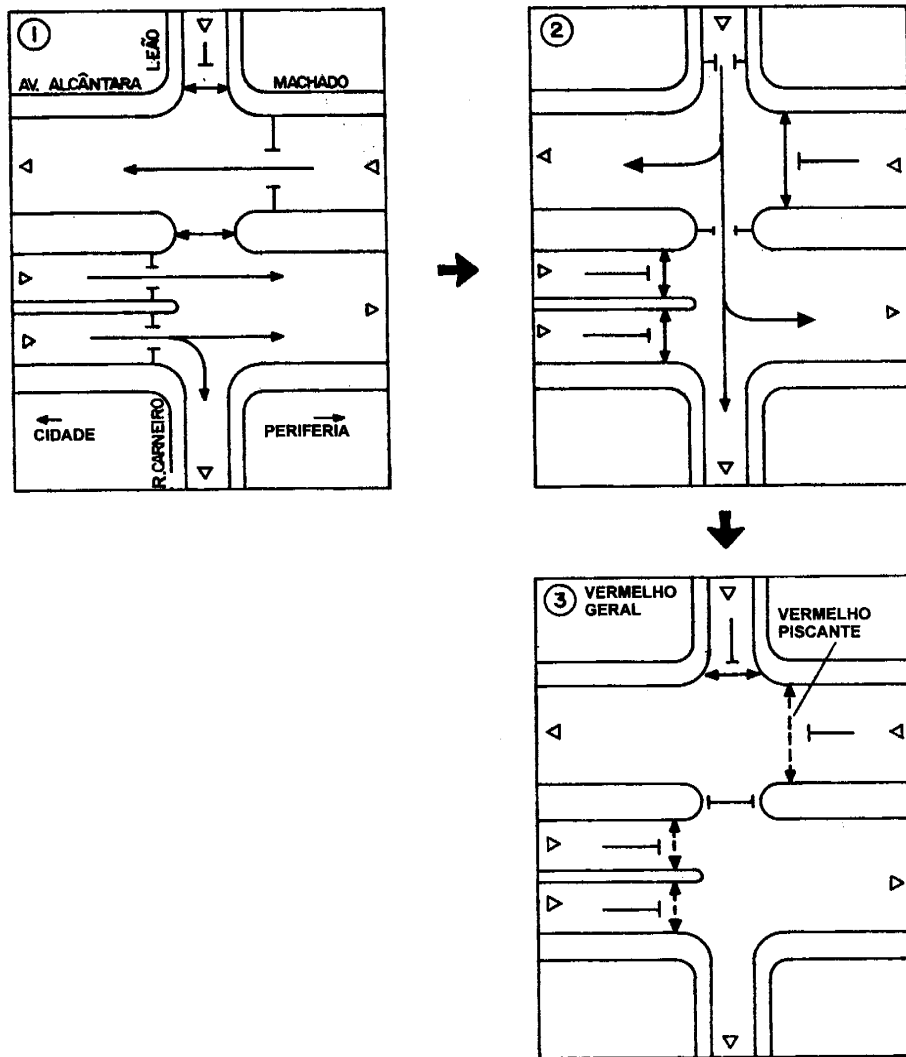
D – CICLO DOS SEMÁFOROS

As características do ciclo dos semáforos são indicadas nas Figuras 9.11, 9.12 e 9.13.

***Pedestres* (Figura 9.11)**

Na R. Itapira, a travessia para a Av. Alcântara Machado era direta sem necessidade de parada no canteiro central. Na interseção com a R. Carneiro Leão, a travessia da Av. Alcântara Machado, pela passagem com semáforos para pedestres, sempre durava mais do que um ciclo completo e podia chegar a durar quase dois ciclos, dependendo do momento da chegada do pedestre ao local, em relação às fases do ciclo. O tempo do ciclo variava entre 2 e 5 minutos, dependendo do programa em utilização. O tempo de travessia era sempre superior a 2 minutos e podia chegar até a 9 minutos.

O tempo de vermelho piscante para pedestres atravessando os trechos AF e CD era cerca de 8 segundos, suficiente para atravessar somente metade da distância de 20 metros. Assim, pedestres que iniciavam a travessia CD ou DC ao final da fase verde para pedestres, encontravam-se no meio da pista quando o semáforo iniciava a fase verde para veículos. Essa situação apresentava risco de atropelamentos e colisão traseira.

FIGURA 9.11
CICLO DOS SEMÁFOROS

Fonte: CET

Veículos **(Figuras 9.12 e 9.13)**

Na Av. Alcântara Machado (sentido periferia-centro), uma defasagem do início da fase em vermelho entre a R. Itapira e a R. Carneiro Leão servia de incentivo para que os últimos condutores que passavam pela interseção com a R. Itapira tivessem pressa de passar também pela R. Carneiro Leão antes que o sinal mudasse para vermelho (Figura 9.12, seqüência 1B-1C-2).

Para os veículos da Av. Alcântara Machado (sentido centro-periferia) a defasagem do início da fase verde entre a R. Carneiro Leão e a R. Itapira exigia uma segunda parada, na R. Itapira, para os primeiros veículos que passavam pela R. Carneiro Leão, especialmente quando precedidos por um grande volume de veículos vindo da R. Carneiro Leão que formavam uma fila na aproximação da R. Itapira (Figura 9.12, seqüência 2-3-1A-1B). A figura 9.13 apresenta a programação dos semáforos.

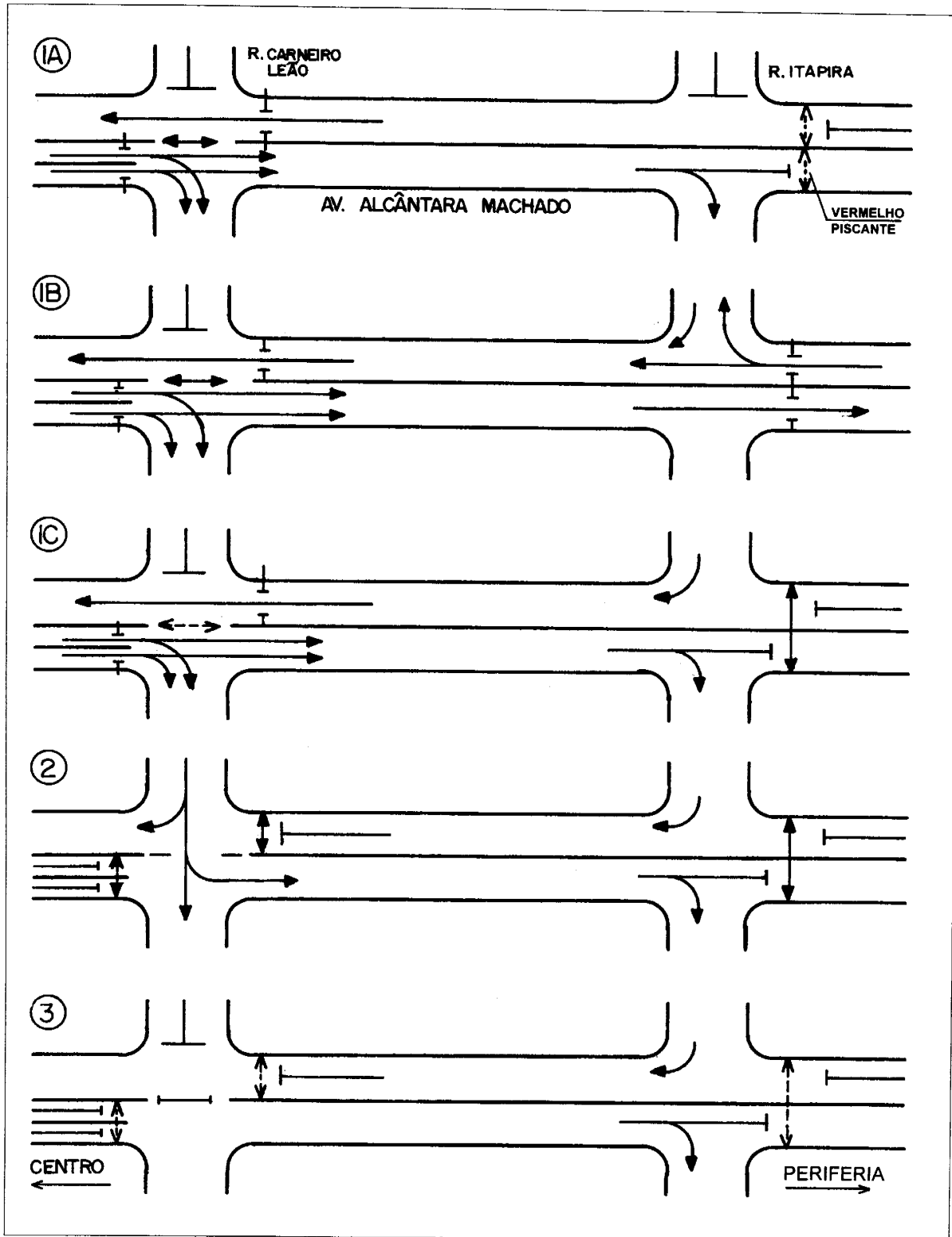
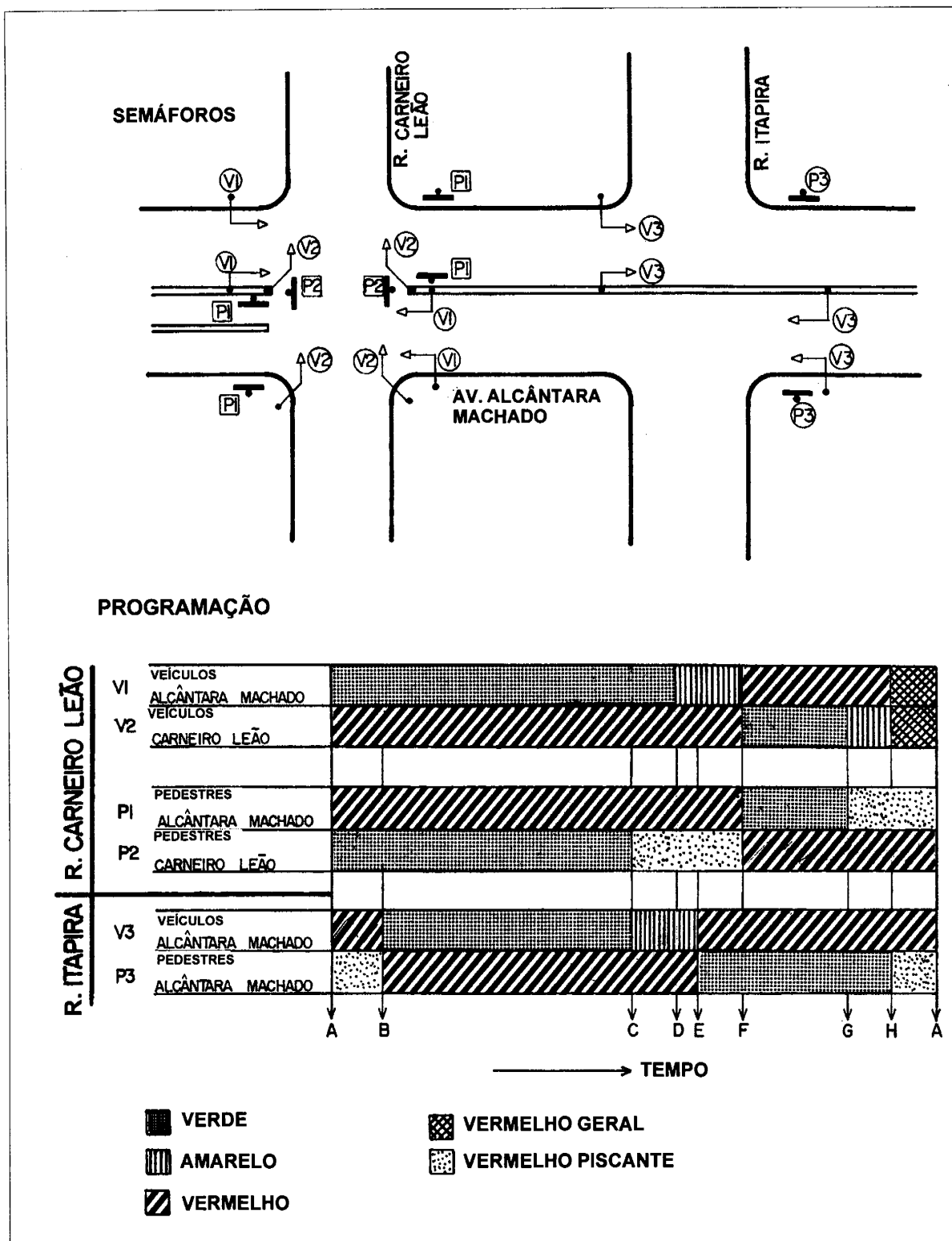
FIGURA 9.12
CICLO DOS SEMÁFOROS
DIAGRAMA DAS FASES (INCLUINDO A INTERSEÇÃO COM A RUA ITAPIRA)
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

FIGURA 9.13
CICLO DOS SEMÁFOROS
PROGRAMAÇÃO
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

E – SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização era composta de pintura branca (ver Figura 9.14), sendo observados os aspectos descritos a seguir.

- Pintura parcialmente desgastada nas travessias de pedestres (AG e ED).
- Uma aproximação sem demarcação das faixas de trânsito (AG).
- Resíduo de faixa de travessia de pedestres (EF). A Figura 9.15 mostra o registro da providência operacional encaminhada para eliminar definitivamente esta travessia em 27/7/79. No entanto, ficou a primeira linha branca perto da calçada E, dando a impressão aos pedestres que a travessia estava fora de uso apenas temporariamente, talvez por causa de uma obra.
- Na Av. Alcântara Machado, sentido periferia-centro, o balizamento demarcava 6 faixas de trânsito antes da interseção e apenas 4 depois dela; 200 metros mais adiante estas 4 faixas se dividiam, 2 subindo em direção ao viaduto sobre o Rio Tamanduateí e 2 convergindo para uma pista expressa.
- Esta mudança, de 6 para 4 faixas, provocava o entrelaçamento dos veículos na área do cruzamento, entre CD e EF, criando risco de acidentes.

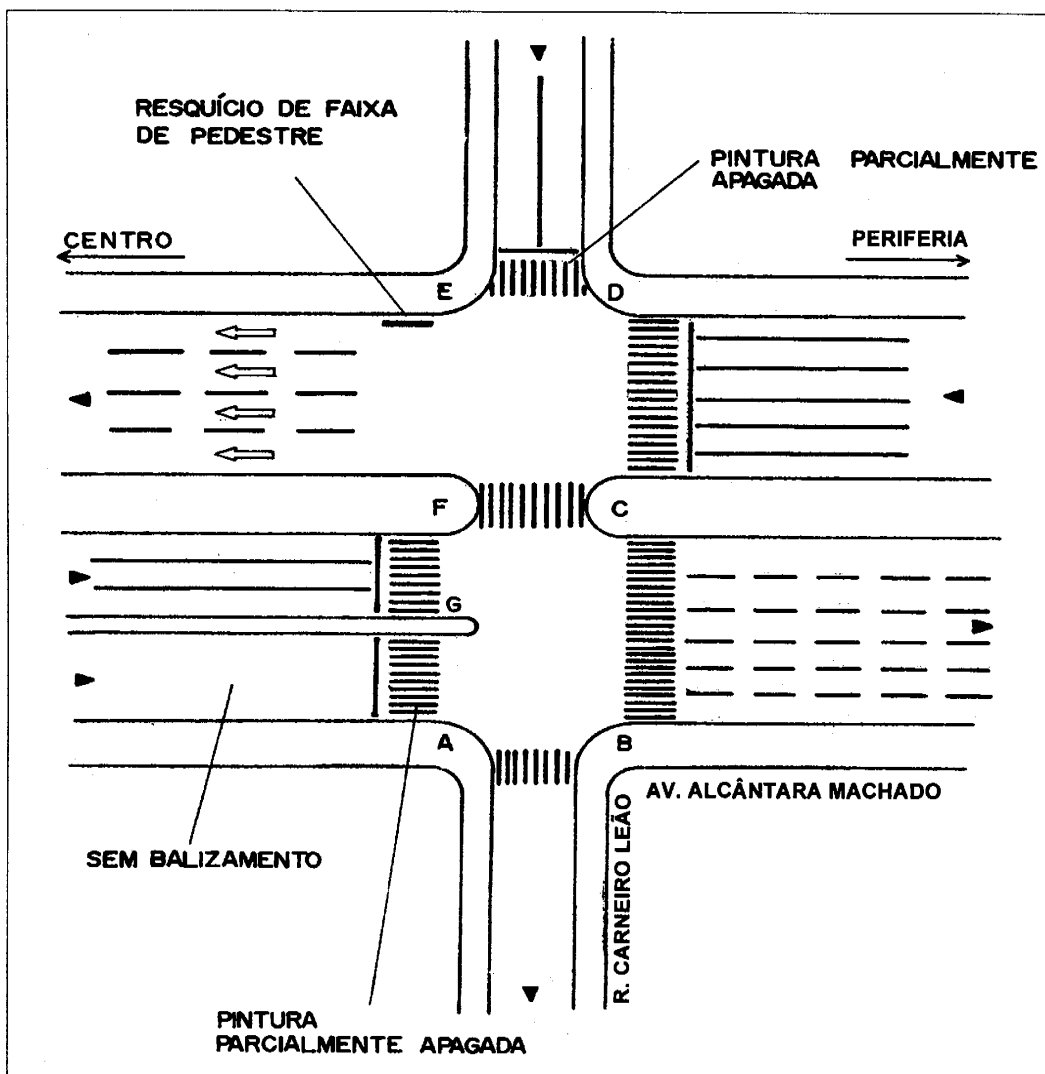
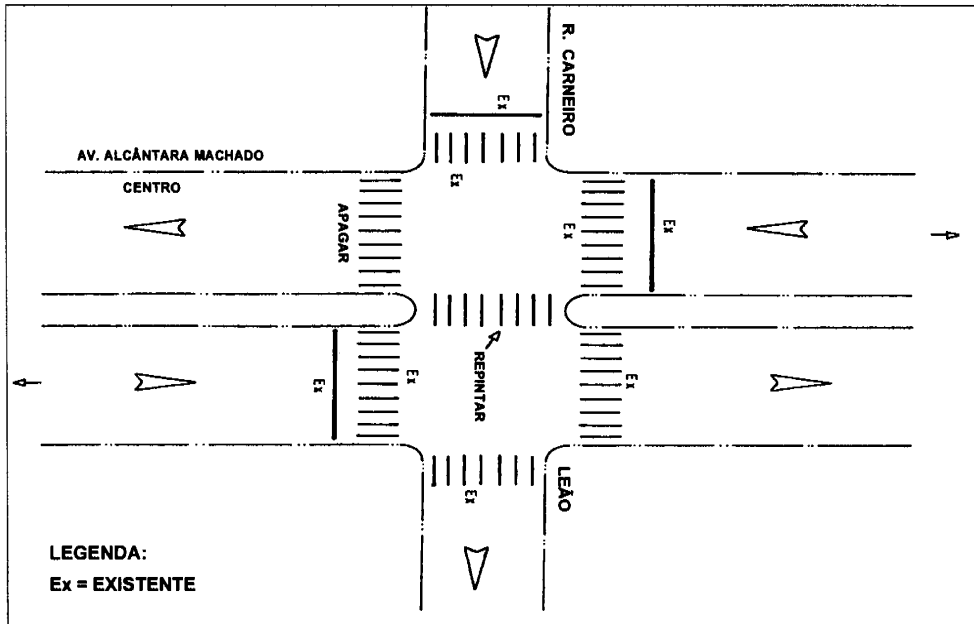
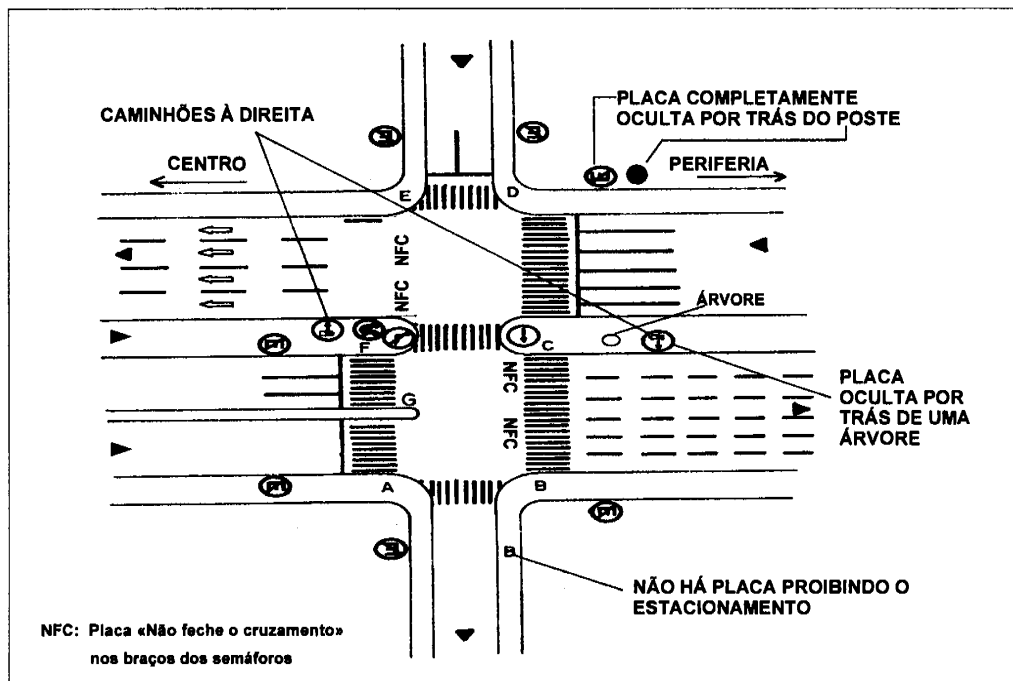
FIGURA 9.14
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fuente: CET

FIGURA 9.15
PROVIDÊNCIA OPERACIONAL EM 27/7/79
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

F – SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização vertical da interseção era do tipo usado normalmente em São Paulo (Figura 9.16). Foram feitas as seguintes observações:

- O estacionamento na R. Carneiro Leão, calçada B, não estava proibido pela sinalização.
- A placa de «PROIBIDO ESTACIONAR», na Av. Alcântara Machado, na aproximação periferia-centro, estava escondida atrás de um poste.

FIGURA 9.16
SINALIZAÇÃO VERTICAL
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

G – VISIBILIDADE

Segundo mostra a Figura 9.17, a visão da travessia de pedestres AB pelos condutores de veículos, da aproximação AG, que podiam virar à direita, estava dificultada pela presença de postes de luz e de outras instalações, na esquina.

O mesmo problema existia no caso da visão da Av. Alcântara Machado, sentido periferia-centro, para os condutores de veículos da aproximação da R. Carneiro Leão (ED-EF). Ver Figura 9.18.

As floreiras nos canteiros reduziam o impacto visual da chegada à interseção para os condutores de veículos que se aproximavam pela Av. Alcântara Machado, sentido centro-periferia.

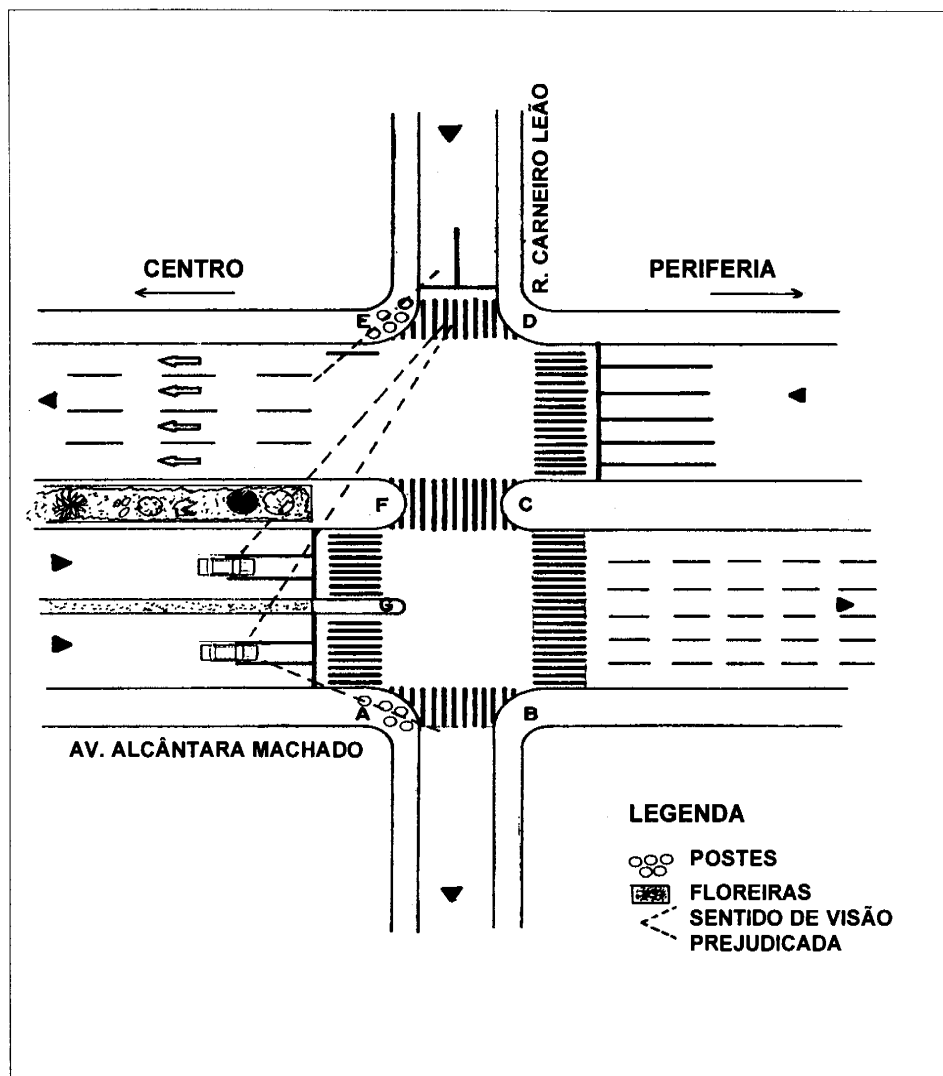
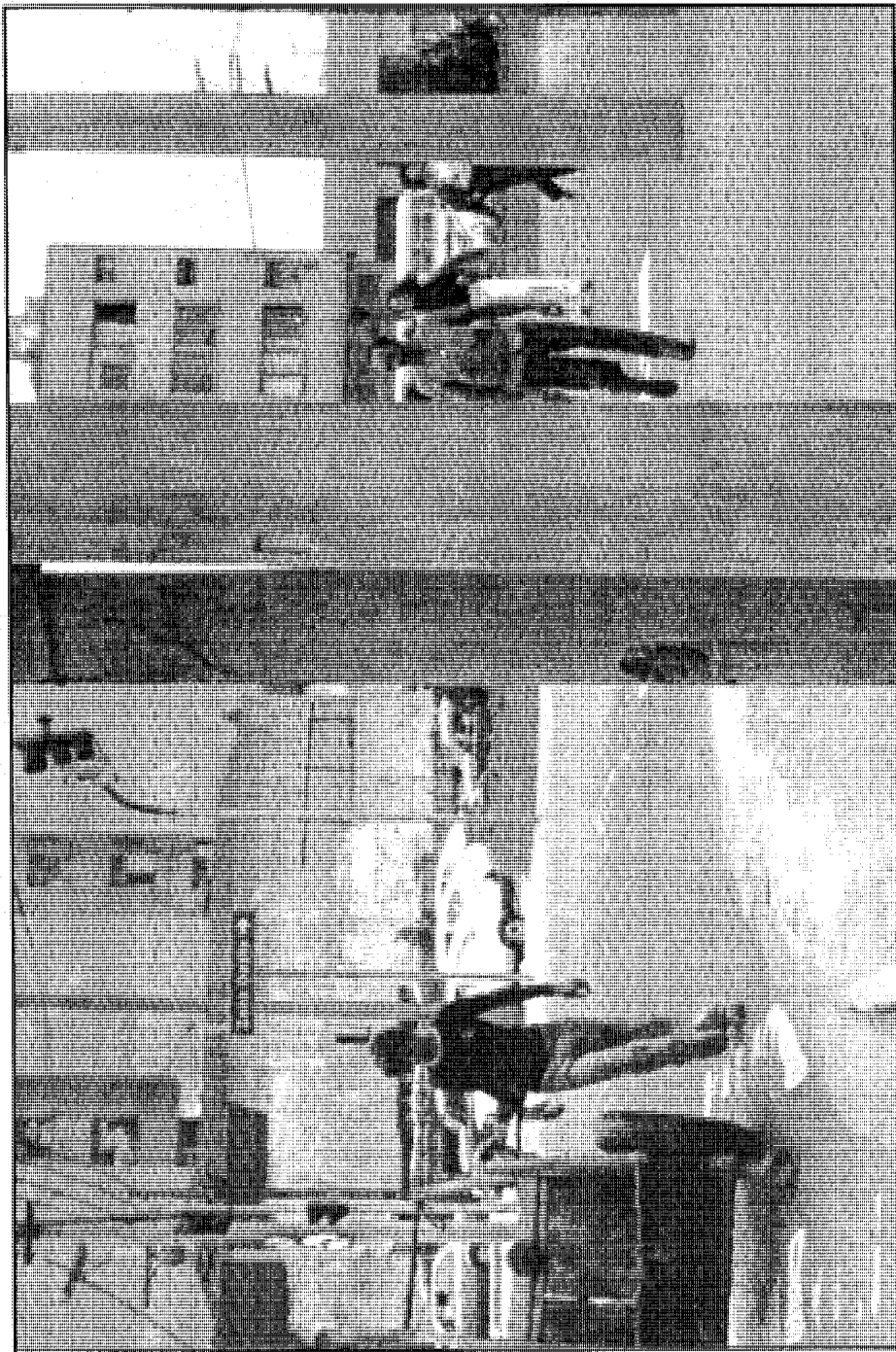
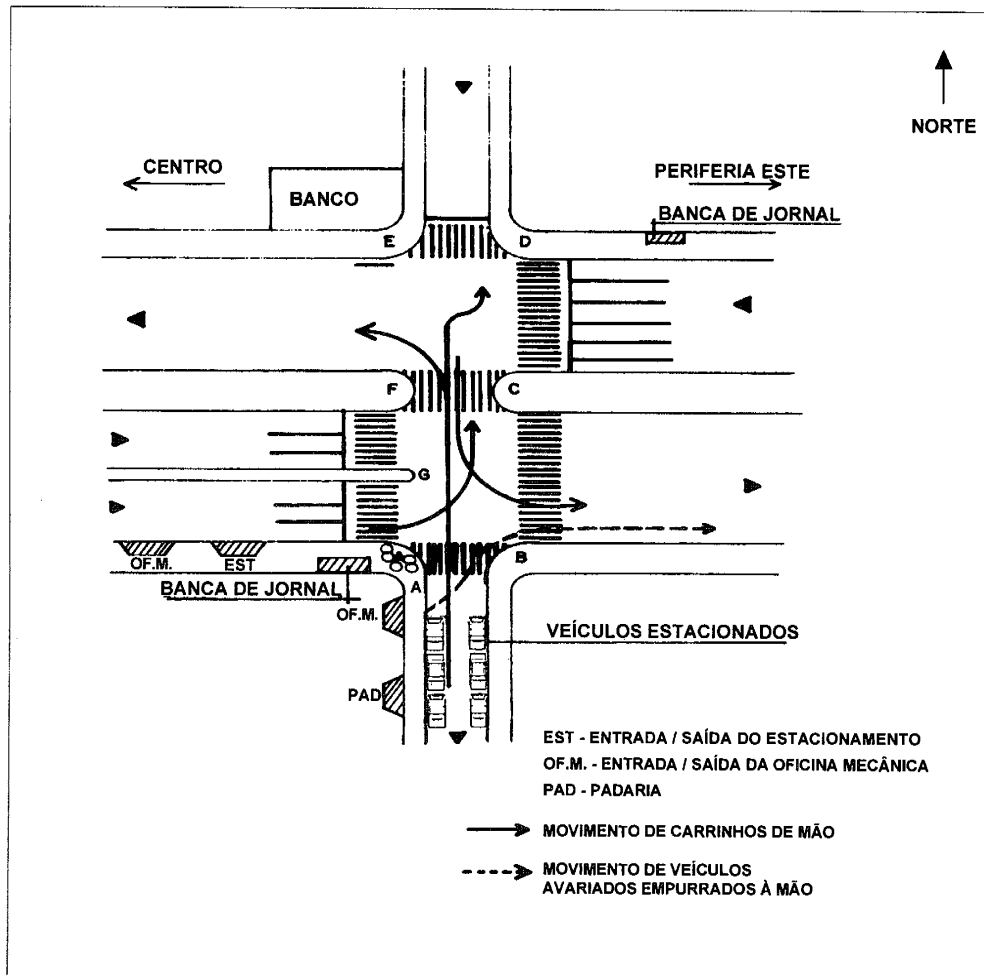
FIGURA 9.17
VISIBILIDADE
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

FIGURA 9.18
VISÃO DOS CONDUTORES PRESTES A FAZER CONVERSÃO À DIREITA DA RUA CARNEIRO LEÃO PARA A AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO: PODE HAVER MUITOS PEDESTRES ESCONDIDOS ATRÁS DOS POSTES

Fonte: CET

H – USO DO SOLO (Figura 9.19)

- Havia veículos que se detinham ao lado de duas bancas de jornais nas aproximações pela Av. Alcântara Machado, nos dois sentidos e muito próximos das faixas de travessia de pedestres. Além de ser perigoso, devido à alta velocidade dos veículos em geral, no sentido centro-periferia (esquina A), os veículos parados obstruíam ainda mais a visão da travessia de pedestres AB na R. Carneiro Leão.
- A oficina mecânica de automóveis da R. Carneiro Leão era uma fonte de movimentos perigosos de veículos, na contramão nessa rua e na Av. Alcântara Machado (entre outros), muitas vezes empurrados à mão (veículos avariados).
- A padaria da R. Carneiro Leão gerava estacionamento irregular (lado oeste) e regular (lado leste), interrompendo o fluxo de veículos que entrava na R. Carneiro Leão. Isto causava filas na Av. Alcântara Machado, provocando paradas repentinas, naquela avenida, dos veículos que viravam à direita. Também havia condutores que, ao passar pela padaria, se detinham e retrocediam para estacionar.
- Havia grande movimento de carrinhos de mão, freqüentemente na contramão do trânsito. Mesmo circulando no sentido do tráfego, os carrinhos ficavam em conflito com os veículos motorizados, devido à diferença de velocidade.

FIGURA 9.19
USO DO SOLO
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

I – COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES (Figura 9.20)

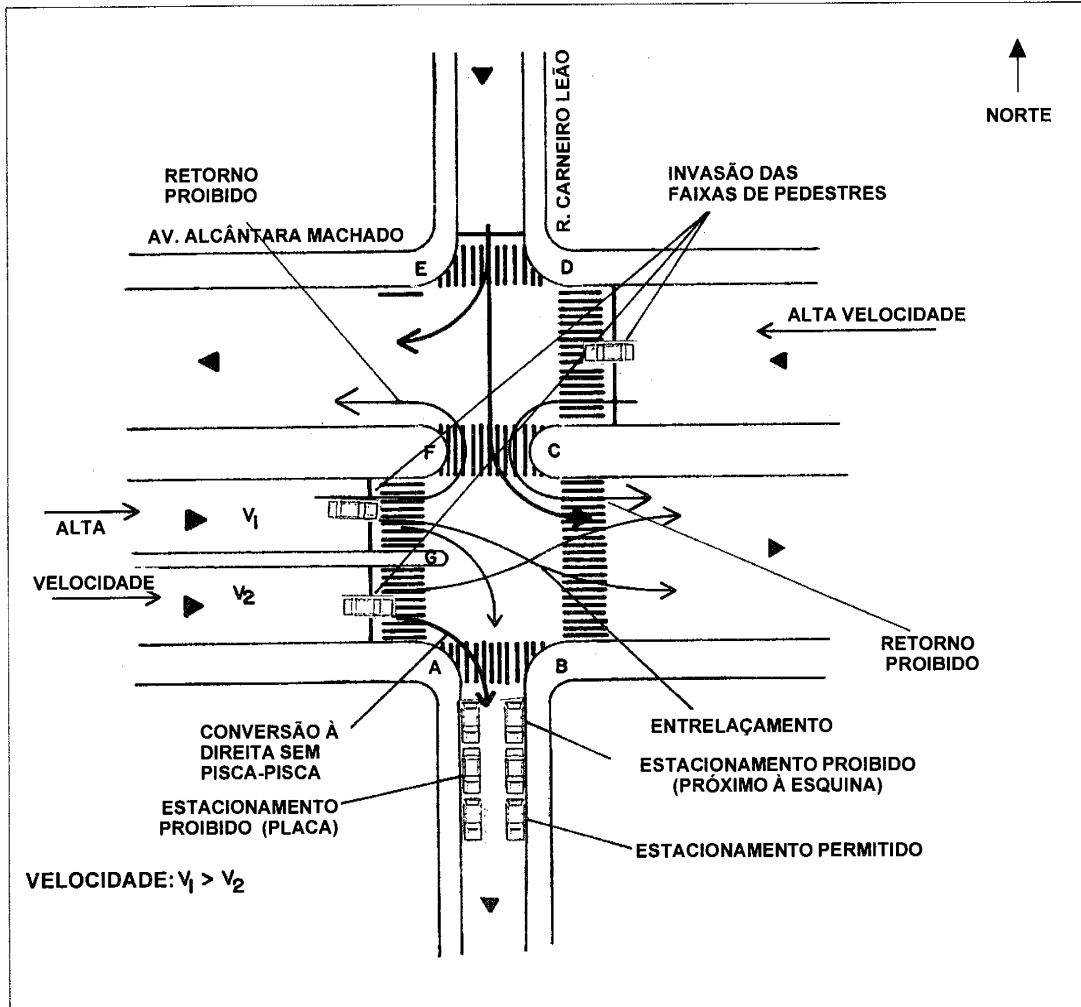
Comportamento rotineiro

Alta velocidade nas aproximações AG, GF e CD da Av. Alcântara Machado. Invasão das travessias de pedestres durante sua fase verde. Velocidade de aproximação GF maior que em AG. Entrelaçamento de veículos na faixa de travessia de pedestres BC. Estacionamento em ambos lados da R. Carneiro Leão (sul). Muitos condutores efetuando conversões à direita da Av. Alcântara Machado para R. Carneiro Leão sem sinalização intermitente (pisca-pisca). Muitas conversões à direita e à esquerda de veículos aproximando-se da Rua Carneiro Leão (norte).

Comportamento com baixa freqüência

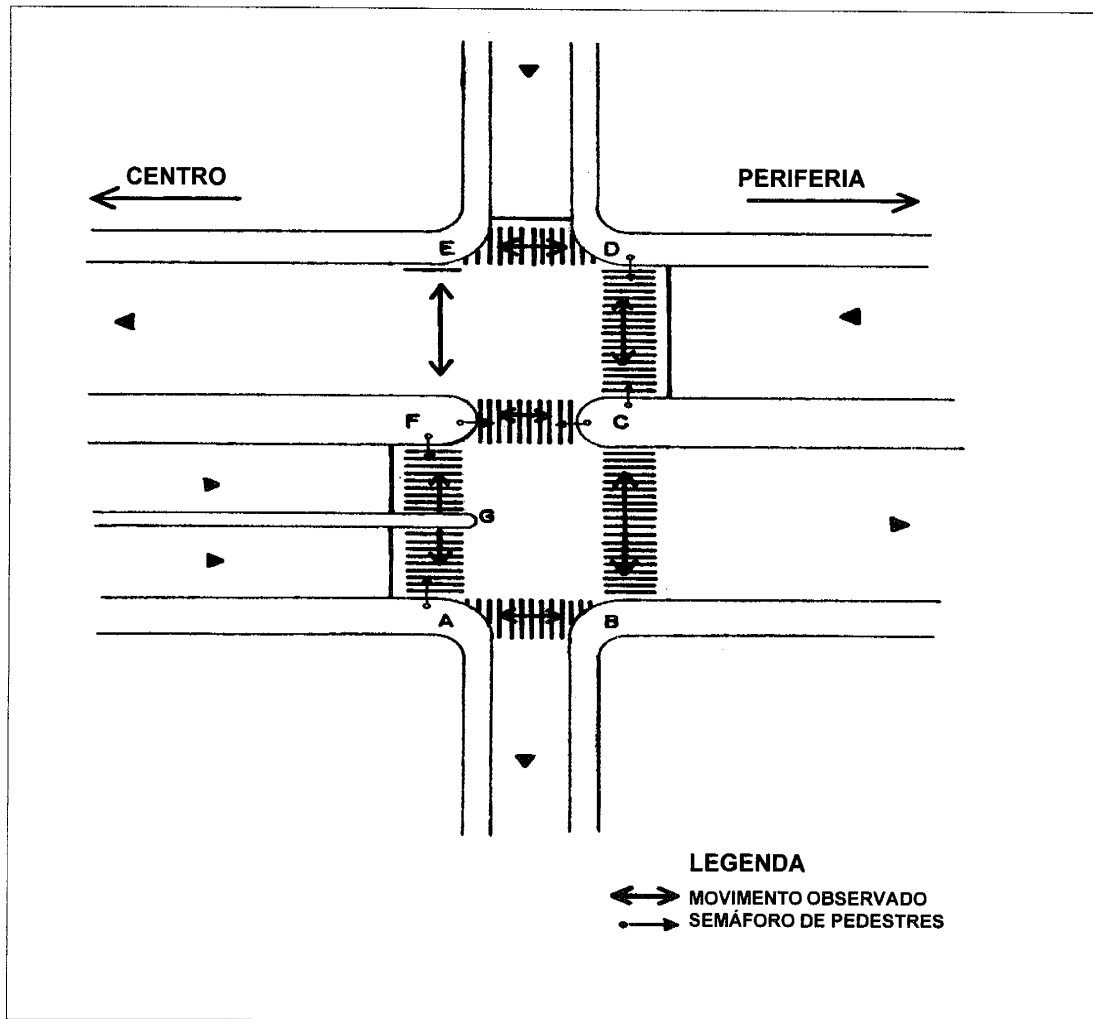
Retornos proibidos nos dois sentidos na Av. Alcântara Machado. Conversões à direita, de GF para AB, durante a fase verde para Av. Alcântara Machado. Desobediência do semáforo na Av. Alcântara Machado no início da fase vermelha.

Em uma série de inspeções de 1 a 2 horas de duração, todos esses comportamentos foram observados pelo menos uma vez em cada inspeção.

FIGURA 9.20
COMPORTAMENTO DOS CONDUTORES
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

J – COMPORTAMENTO DOS PEDESTRES (Figura 9.21)

- Todas as faixas de travessia eram utilizadas, inclusive a travessia EF, que possuía apenas uma linha. A travessia CF, parte do trajeto de semáforos A-F-C-D (e vice-versa), era pouco utilizada: os pedestres preferiam cruzar a avenida por trajetos mais diretos: A-F-E ou D-C-B e depois ED ou BA.
- Os pedestres cruzavam a travessia AB, sem semáforo, muitas vezes sem prestar atenção ao trânsito. Por vezes, os pedestres pareciam não saber de onde vinham os veículos.
- Os pedestres que utilizavam a travessia BC (sinalizada, porém sem semáforos para pedestres) e a travessia EF (não sinalizada), costumavam cruzar durante a fase vermelha para os veículos da Av. Alcântara Machado. Muitas vezes não conseguiam cruzar, ou apenas conseguiam quando corriam, devido aos veículos procedentes da R. Carneiro Leão, que efetuavam conversões à direita (EF) ou à esquerda (BC).

FIGURA 9.21
COMPORTAMENTO DOS PEDESTRES
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Diagnóstico

A – CARACTERIZAÇÃO DA INTERSEÇÃO

A interseção era a única interseção em nível, com semáforo e com trânsito na transversal, em um trecho de via rápida (ou semi-rápida) de 7 km. Merecia um padrão elevado de sinalização, porque exigia uma mudança, muito grande e muito rápida, no comportamento dos condutores, da Av. Alcântara Machado. Ocorria o contrário: ausência de sinalização de advertência e escassez de sinalização luminosa (semáforos). No sentido periferia-centro, a relação entre as programações dos semáforos da R. Itapira e da R. Carneiro Leão incitava ao aumento de velocidade na aproximação da Av. Alcântara Machado.

Havia grande diferença entre os volumes de veículos nas duas vias da interseção, entre as velocidades de aproximação e entre a largura das vias. Proliferavam as conversões, à esquerda e à direita, entre os veículos procedentes da via secundária (R. Carneiro Leão) para a via principal (Av. Alcântara Machado). Também havia muitas conversões à direita da Av. Alcântara Machado para a R. Carneiro Leão. Considerando, ademais, os movimentos de pedestres, a situação requeria uma sinalização bem definida e clara para os pedestres, que destacasse os pontos de travessia destes e que fosse elaborada tendo em conta os pontos de conflito entre pedestres e veículos. Nessa época, havia muita confusão na sinalização para pedestres, com uma mistura de faixas de travessias com semáforo para pedestres, travessias sem semáforos para veículos, faixas sem nenhuma fase protegida e travessias sem faixa, no trajeto de maior demanda.

B – CONDIÇÕES PARA OS CONDUTORES

Aproximação 2 da Ligação Leste-Oeste

Não havia nenhuma advertência sobre a iminência da interseção, para os condutores que chegavam pela Ligação Leste-Oeste e que não conheciam bem a área (Figura 9.5). Visualmente, as linhas de construção formadas pelas edificações, os canteiros, a rede elétrica e a rede aérea de trolebus criavam a impressão de que não havia nenhuma interseção. Devido às floreiras no canteiro central que dividia as duas aproximações, sentido centro-periferia, apenas um dos grupos de semáforos era visível e os dois só se tornavam bem visíveis quando já se estava muito próximo da interseção. Além do mais, a sujeira dos focos, a baixa intensidade e a ausência de anteparo contra os reflexos solares debilitavam a visibilidade desses semáforos.

A conversão à direita para a R. Carneiro Leão, aparentemente permitida pela sinalização, era altamente perigosa, porque criava conflitos com outros veículos que chegavam pelo outro viaduto, o da Av. Exterior, junto ao passeio (Figura 9.22). Estes veículos apenas se tornavam visíveis quando já estavam na interseção, após a floreira. Segundo a sinalização, esta conversão só poderia ser realizada durante a fase verde para este fluxo paralelo de veículos, e os condutores, ao efetuarem esta conversão, encontravam pedestres cruzando a R. Carneiro Leão, em uma faixa de travessia de pedestres, sem semáforo.

Os dois fluxos paralelos que chegavam pelos dois viadutos se aproximavam com velocidades diferentes, sendo o da Ligação Leste-Oeste o mais rápido. Pela geometria da interseção, o entrelaçamento podia começar na área do cruzamento, enquanto os veículos ainda mantinham velocidades diferentes, o que criava uma situação perigosa em termos de possíveis colisões laterais.

Aproximação 1 do Viaduto da Av. Exterior

Esta aproximação tinha algumas características em comum com a aproximação anterior e funcionava como ela (Figura 9.5). Havia também falta de visibilidade dos transeuntes desde a pista onde se fazia a conversão à direita. Isto criava uma situação de conflito especialmente perigosa, registrando-se que a travessia de pedestres não estava controlada por semáforos.

Aproximação 4 da Zona Leste

Esta aproximação, da Av. Alcântara Machado, também se caracterizava pela escassez de semáforos, além de outros fatores indesejáveis. A 50 m antes, na interseção com a R. Itapira, havia uma faixa de travessia de pedestres, com o mesmo problema de semáforos e sem abertura no canteiro central. A 50 m depois, na própria interseção com a R. Carneiro Leão, havia a mesma sinalização semafórica e horizontal, o que diminuía sua percepção por parte dos condutores.

A programação do semáforo na R. Itapira, em relação à R. Carneiro Leão, incitava à tentativa de passar rapidamente pela interseção com a R. Carneiro Leão, antes do início da fase em vermelho, defasada em relação à da R. Itapira. Observava-se que muitos condutores alcançavam uma velocidade tal que lhes era impossível diminuí-la adequadamente no início da fase em vermelho, tendo que frear violentamente ou passar o semáforo em vermelho. A primeira destas situações provocava, freqüentemente, colisões traseiras e a segunda, abalroamentos transversais com os veículos da R. Carneiro Leão. Segundo o diagrama de acidentes, esta situação era a mais comum na interseção.

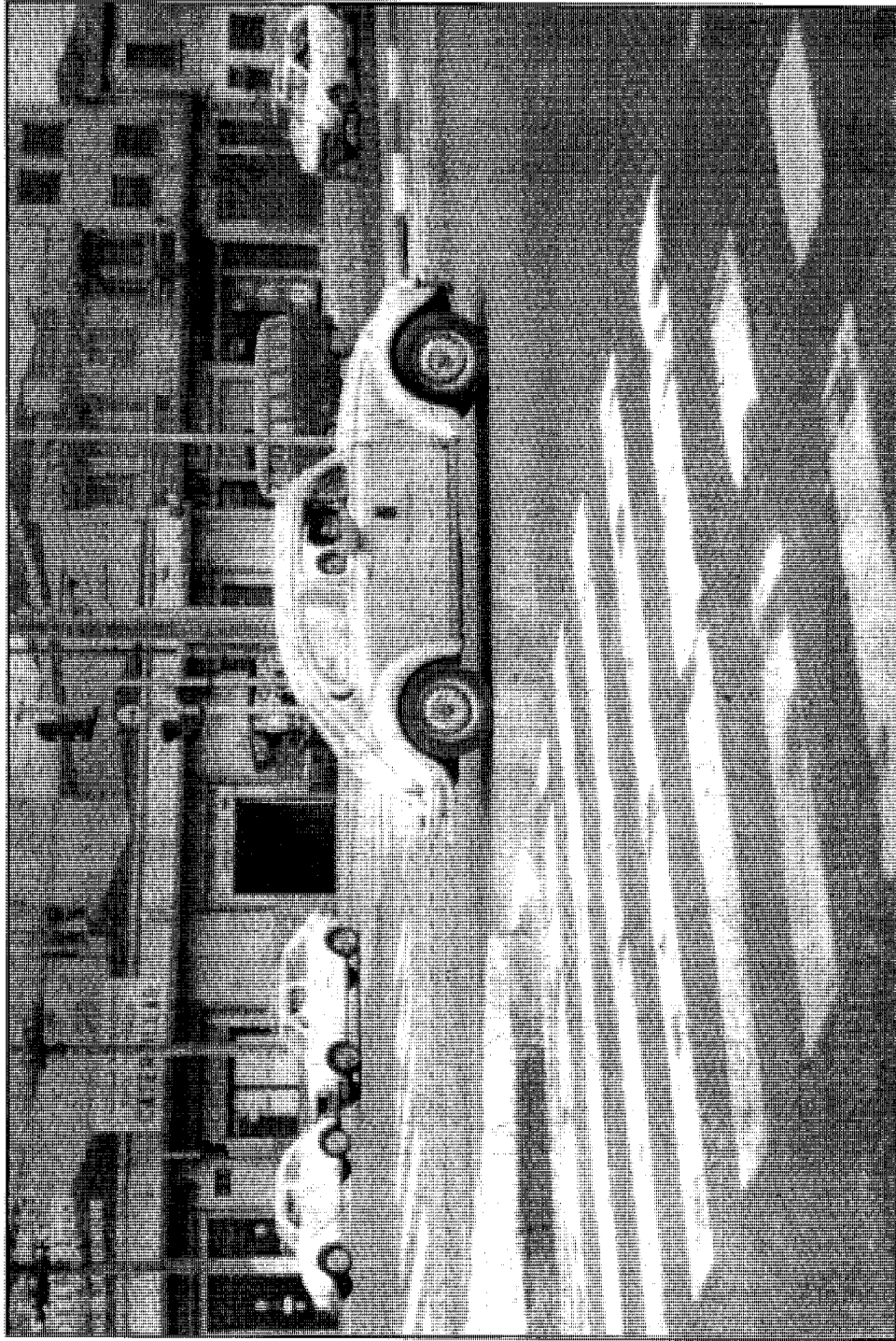
Aproximação 3 pela R. Carneiro Leão

Não havia problemas. A sinalização era boa (tanto os semáforos, quanto a sinalização horizontal e a vertical de orientação); a velocidade de aproximação era baixa e a visibilidade boa.

No entanto, as três possíveis saídas para a interseção tinham faixa de travessia para pedestres não controladas por semáforos, ainda que fossem visíveis alguns semáforos para pedestres nas demais travessias. O condutor podia pensar que todas as travessias estavam controladas (ou ao menos aquelas com a faixa pintada) e não estar atento à presença de pedestres.

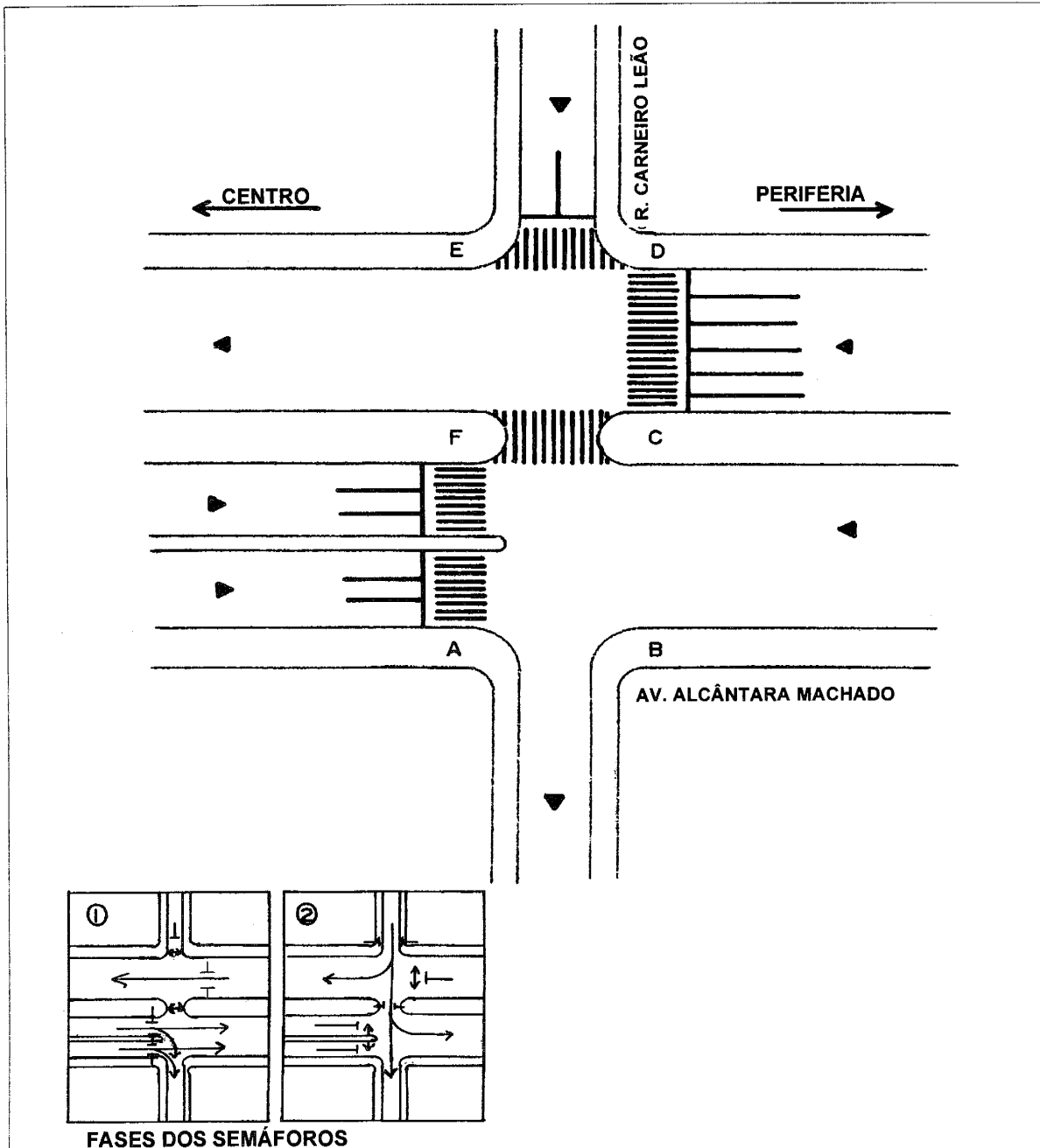
C – CONDIÇÕES PARA OS PEDESTRES

A programação dos semáforos na interseção não incluía nenhuma fase especial para os pedestres. Embora houvesse, no local, muitas faixas de travessia e semáforos para pedestres, as condições de travessia eram precárias, como descrito a seguir.

FIGURA 9.22
CONVERSÃO PERIGOSA À DIREITA
DA APROXIMAÇÃO 2 PARA A RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Travessia protegida

Travessia protegida é um percurso onde todos os fluxos de veículos se detêm, com semáforo em vermelho por um lapso de tempo suficiente para que os pedestres possam cruzar andando, a uma velocidade normal. A interseção possuía quatro travessias deste tipo (Figura 9.23): três aproximações para veículos mais o prolongamento dos dois canteiros. Utilizando apenas estas travessias, o caminho entre A e E (o de maior demanda) se compunha de quatro travessias (AF-FC-CD-DE), ao invés do caminho direto com duas travessias AFE. Demorava-se até dois ciclos de semáforos completos para as quatro travessias, o que, nas horas de pico, significava cerca de nove minutos, um prazo excessivo de acordo com todos os padrões. Em termos de travessia protegida, o ponto B estava isolado do resto da interseção.

FIGURA 9.23
TRAVESSIAS PROTEGIDAS NA SITUAÇÃO ORIGINAL
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Ausência de padronização

- AF, FC, DC eram travessias protegidas com faixas pintadas e com semáforo para pedestres.
- DE era uma travessia protegida com faixa pintada, porém, sem semáforo para pedestres.
- AB e BC eram travessias não protegidas, porém, com faixa pintada.
- EF era uma travessia não protegida, sem faixa pintada, porém, com restos de uma faixa antiga, mal apagada (Figura 9.24).

O resultado era uma confusão para os pedestres. Por exemplo:

- EF era ou não era uma faixa de travessia (Figura 9.25)?
- CB parecia, porém não era, uma continuação da faixa de travessia DC, que era travessia protegida e com semáforo para pedestres. Ao contrário, havia veículos aproximando-se das costas daqueles que cruzavam na direção DB.
- Para os pedestres que queriam cruzar no sentido BD, não havia nenhum momento sem circulação de veículos.

Problemas adicionais

A faixa de travessia AB da R. Carneiro Leão estava no princípio de um trecho de sentido único, saindo da interseção (Figura 9.26). Não havia sinalização de advertência para os pedestres, indicando o sentido único nem avisando a direção do trânsito com o qual entrariam em conflito ao cruzar a rua.

Cinqüenta metros mais adiante, havia uma travessia pintada e um semáforo para pedestres que possibilitava a travessia direta da Av. Alcântara Machado, sem nenhum conflito com veículos.

Em resumo, não havia disposições completas para a travessia de pedestres dentro da programação dos semáforos. Além do mais, a sinalização para pedestres existente era bastante confusa e podia colocar os pedestres e veículos em situações de conflito.

D – OUTROS USUÁRIOS

A programação dos semáforos era inadequada para as necessidades dos carrinhos de mão, que constituíam um fluxo pequeno porém constante, de baixa velocidade, que cruzavam a Av. Alcântara Machado (Figura 9.27).

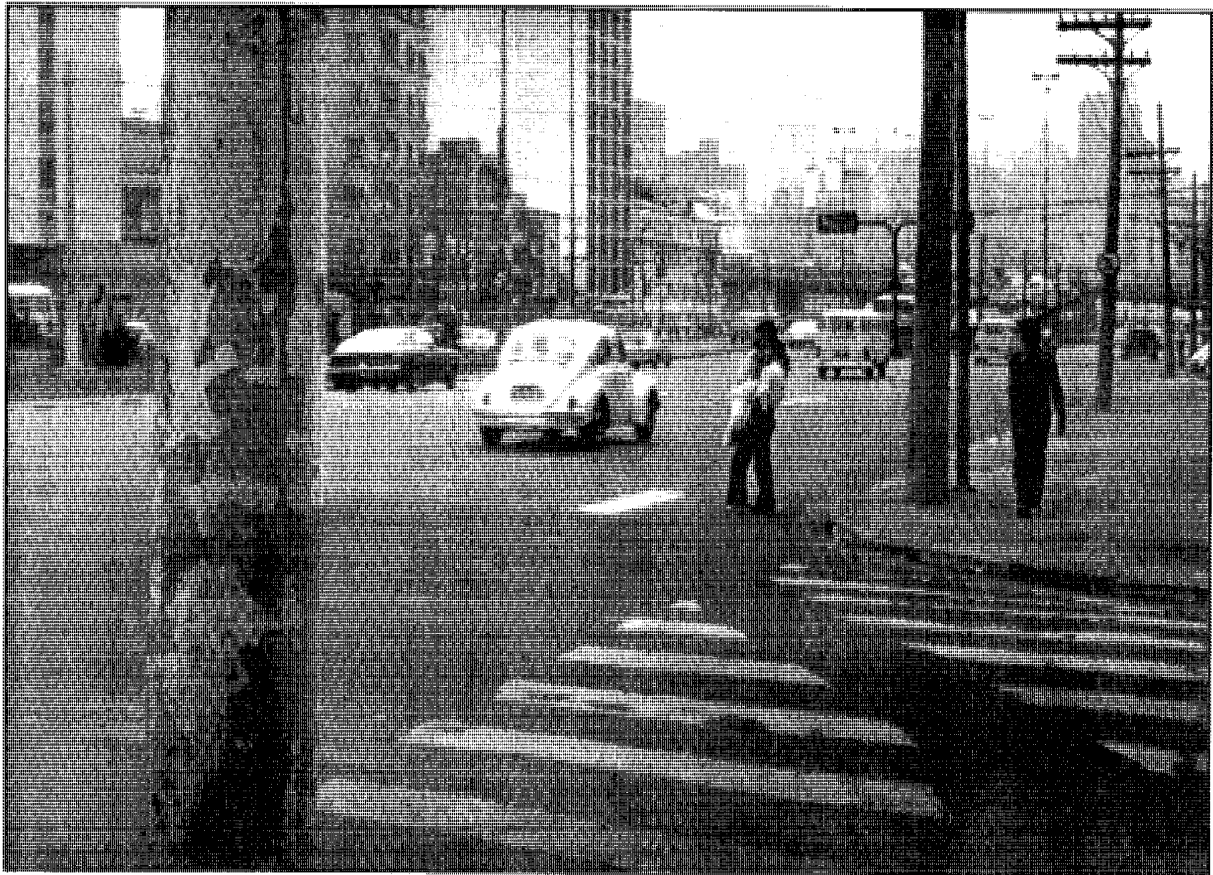
FIGURA 9.24
PEDESTRES ATRAVESSANDO A "FAIXA" EF, COM RESQUÍCIO DE PINTURA QUE OS ENGANA

Fonte: CET

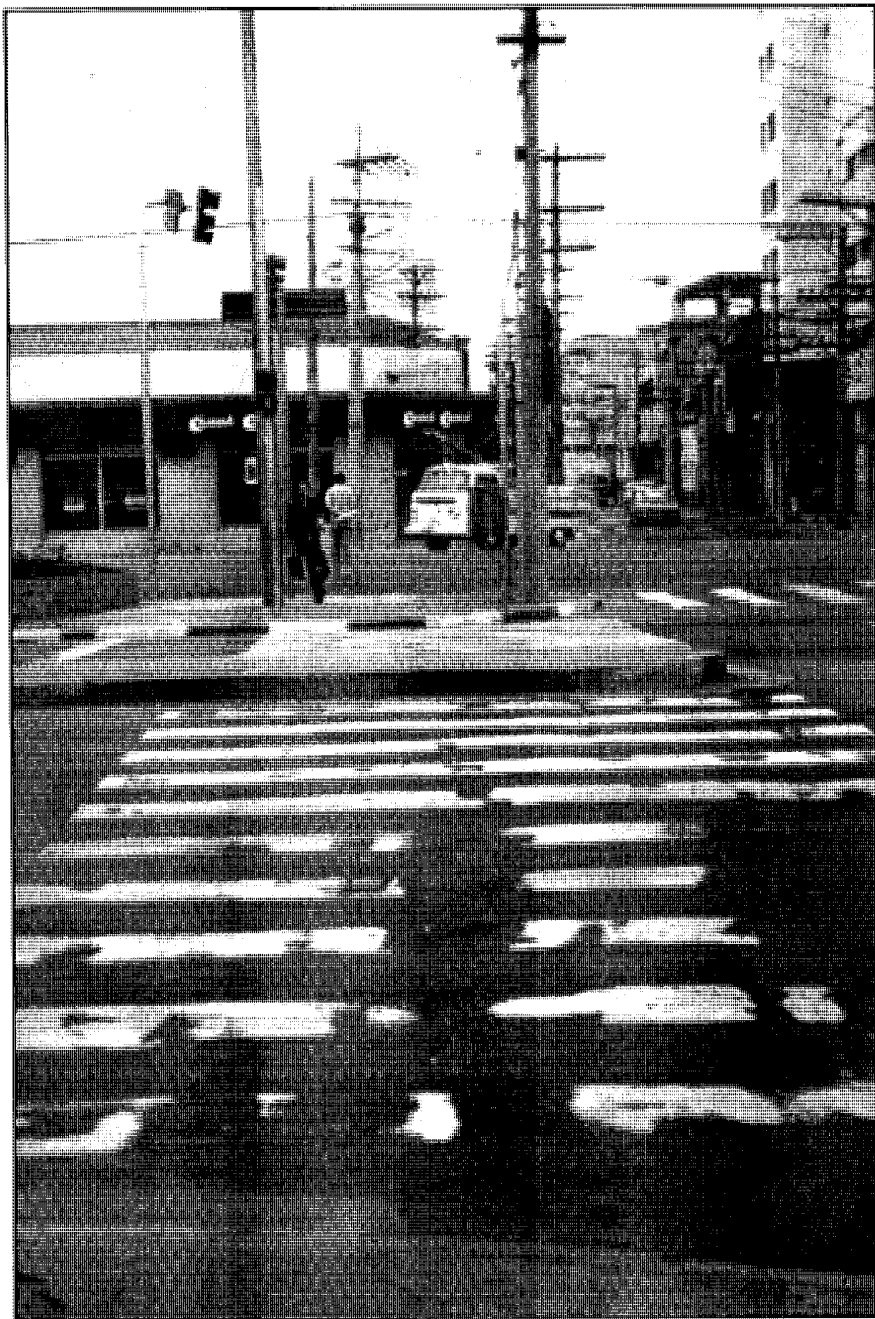
FIGURA 9.25
PEDESTRES ATRAVESSANDO A "FAIXA" EF,
EM PERIGO DE ATROPELAMENTO POR VEÍCULO
FAZENDO CONVERSÃO À DIREITA DA RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

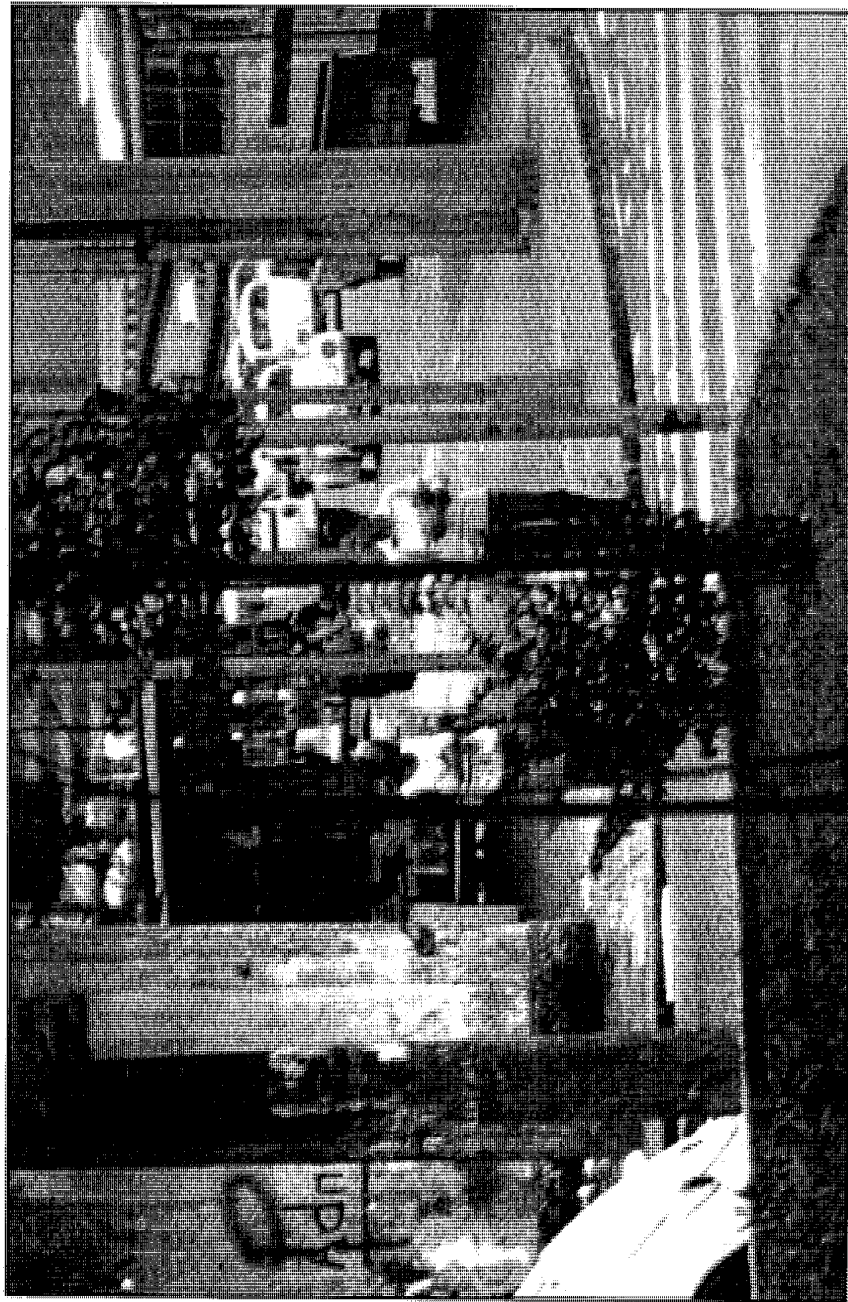
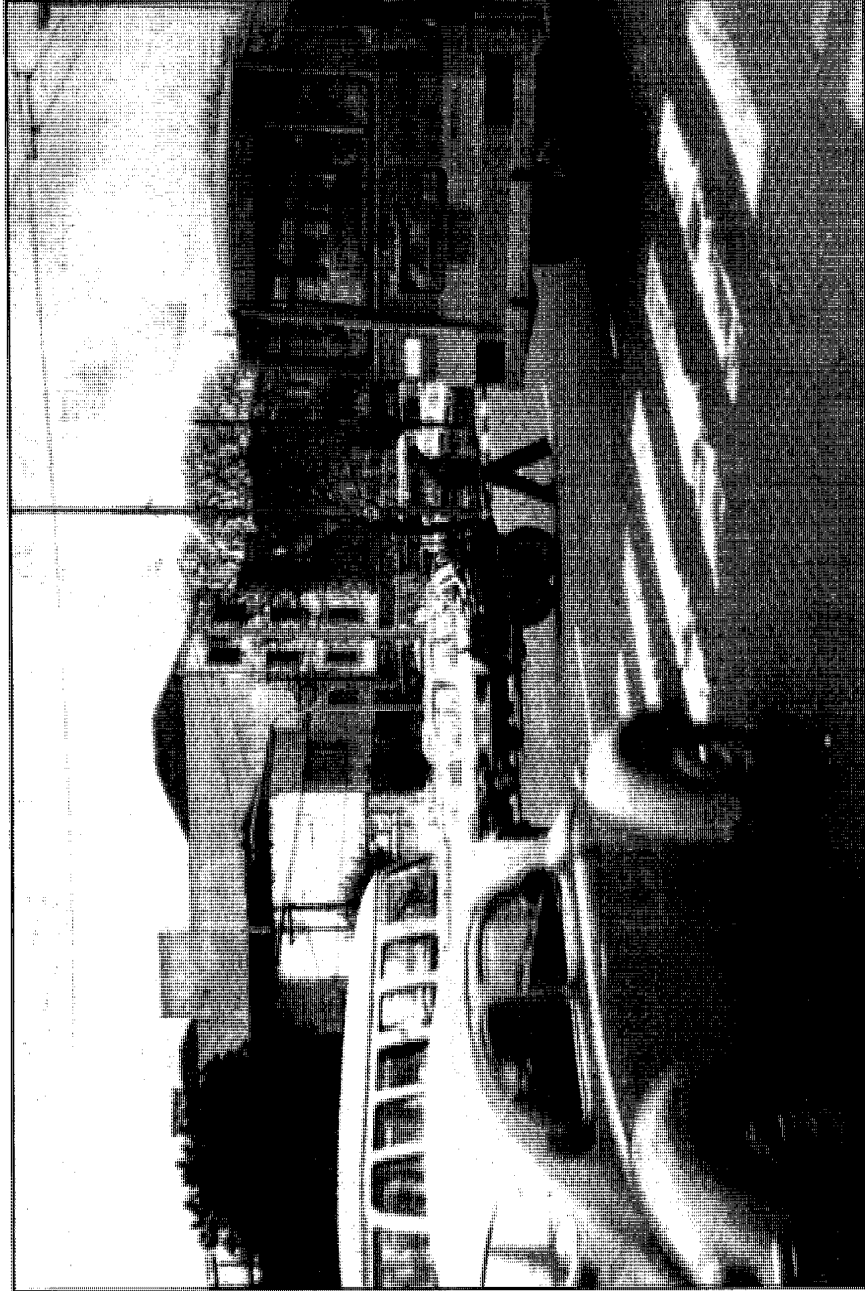
FIGURA 9.26
A TRAVESSIA AB. A SENHORA À DIREITA ESTÁ OLHANDO PARA O LADO ERRADO

Fonte: CET

FIGURA 9.27
CARRINHO DE MÃO PRESO NO MEIO DO FLUXO DE VEÍCULOS

Fonte: CET

Propostas de melhorias

A – AUMENTAR A VISIBILIDADE DA INTERSEÇÃO E DOS SEMÁFOROS

Sinalização semafórica

Para destacar melhor a interseção para o elevado fluxo de veículos em alta velocidade, na Av. Alcântara Machado, foram sugeridas as seguintes medidas:

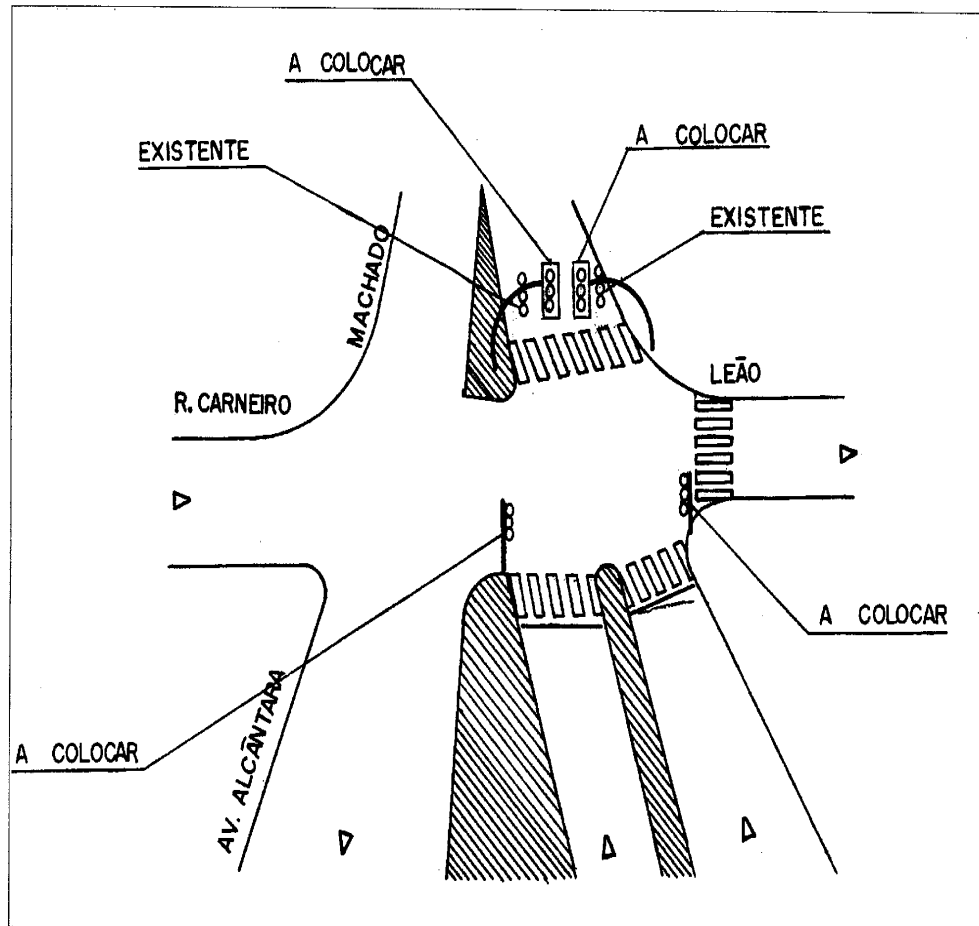
- utilização de focos de alta intensidade;
- colocação de semáforos repetidores (de reforço) antes e depois da área do cruzamento, nos dois sentidos;
- utilização de anteparos nos semáforos principais (Figura 9.28);
- colocação de repetidores no cruzamento junto a R. Itapira.

Pintura da pista

Pintar SEMÁFORO A X METROS, ou outra advertência, nas pistas de saídas dos viadutos do Rio Tamanduateí, a 200, 100 e 50 m antes da interseção.

Sinalização vertical

Colocar placas de advertência (p.e., DEVAGAR CRUZAMENTO PERIGOSO) a 350, 250 e 150 m antes da interseção, em ambos lados do viaduto, na continuação da Ligação Leste-Oeste e também na aproximação paralela. Colocação do mesmo tipo de placa, no sentido periferia-centro, antes da R. Itapira, e entre a R. Itapira e a R. Carneiro Leão.

FIGURA 9.28
PROPOSTA PARA A SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

B – DIMINUIR O COMPORTAMENTO NÃO DESEJÁVEL DOS CONDUTORES

- Eliminar, ou reduzir, a defasagem entre as programações dos semáforos da R. Itapira e da R. Carneiro Leão.
- Modificar os canteiros, para dificultar os retornos proibidos e para evitar: (i) a necessidade de uma pequena mudança de direção por parte dos condutores procedentes da Ligação Leste-Oeste (Figura 9.29); e (ii) a perigosa conversão à direita para a R. Carneiro Leão.
- Mudar as bancas de jornais de lugar.
- Pintar as linhas amarelas junto ao meio-fio, para evitar o estacionamento de veículos próximo às esquinas, especialmente na R. Carneiro Leão-sul.

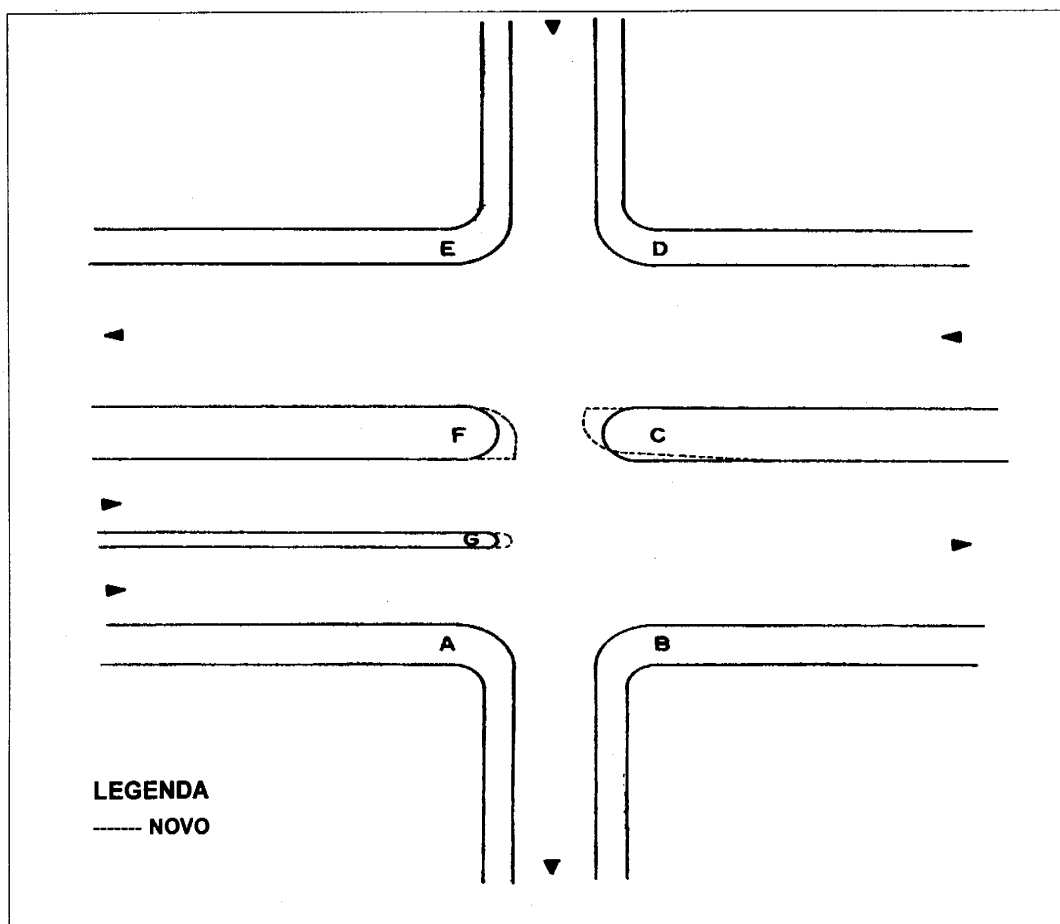
C – VISIBILIDADE

Caso possível:

- Mudar a posição dos postes nos pontos A e E, já que prejudicavam a visibilidade da transversal.
- Rebaixar ou modificar as floreiras nos canteiros centrais, nas aproximações centro-periferia.

D – TRAVESSIA DE PEDESTRES

- Propõe-se que sejam utilizadas faixas pintadas para pedestres somente onde haja uma travessia protegida, e que todas estas faixas sejam equipadas com semáforos para pedestres.
- Propõe-se, por conseguinte, que todas as esquinas e canteiros da interseção estejam conectados por faixas de travessias para pedestres, com semáforos e travessias protegidas.

FIGURA 9.29
MODIFICAÇÃO PROPOSTA: GEOMETRIA
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Foram elaboradas 3 alternativas possíveis para alcançar estes objetivos.

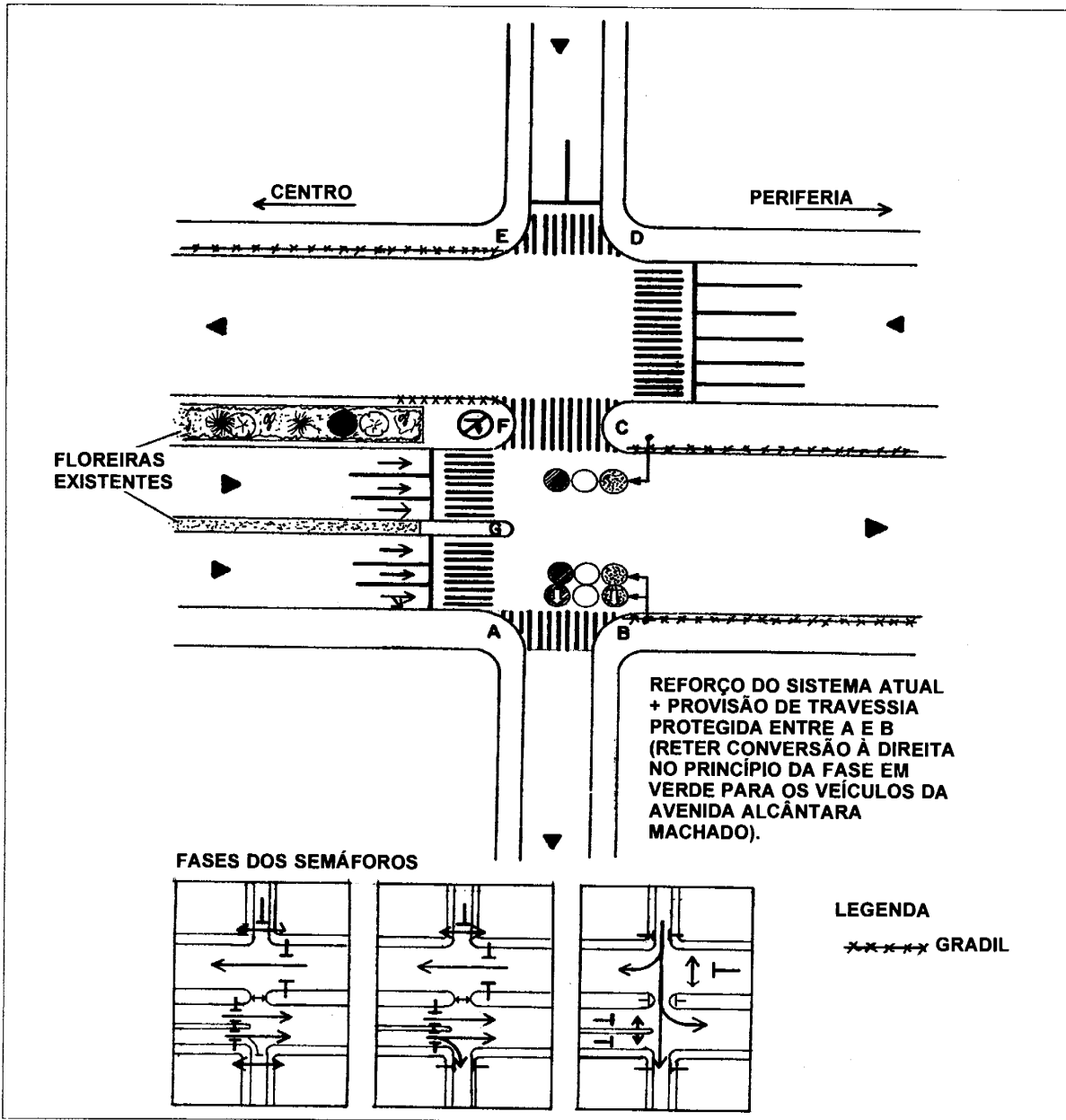
Alternativa I (Figura 9.30)

REFORÇO DO ESQUEMA EXISTENTE – CRIAÇÃO DE FAIXA DE TRAVESSIA PROTEGIDA ENTRE AB.

Esta alternativa representa a mínima mudança necessária para completar uma rede de travessias para pedestres protegidas:

- eliminar a travessia BC;
- eliminar o resto de pintura da travessia EF; e
- modificar a sinalização por semáforo, para deixar tempo para a travessia protegida nos sentidos AB e BA no princípio da fase verde, para os veículos na Av. Alcântara Machado;
- proibir a conversão à direita de FG (Av. Alcântara Machado) para AB (R. Carneiro Leão); e
- colocar gradis para evitar as travessias BC e EF.

Esta alternativa não resolve o problema da demora na travessia da Av. Alcântara Machado e elimina as travessias perigosas realizadas pelos caminhos mais desejados, porém perigosos (AE e BD).

FIGURA 9.30
ALTERNATIVA I
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

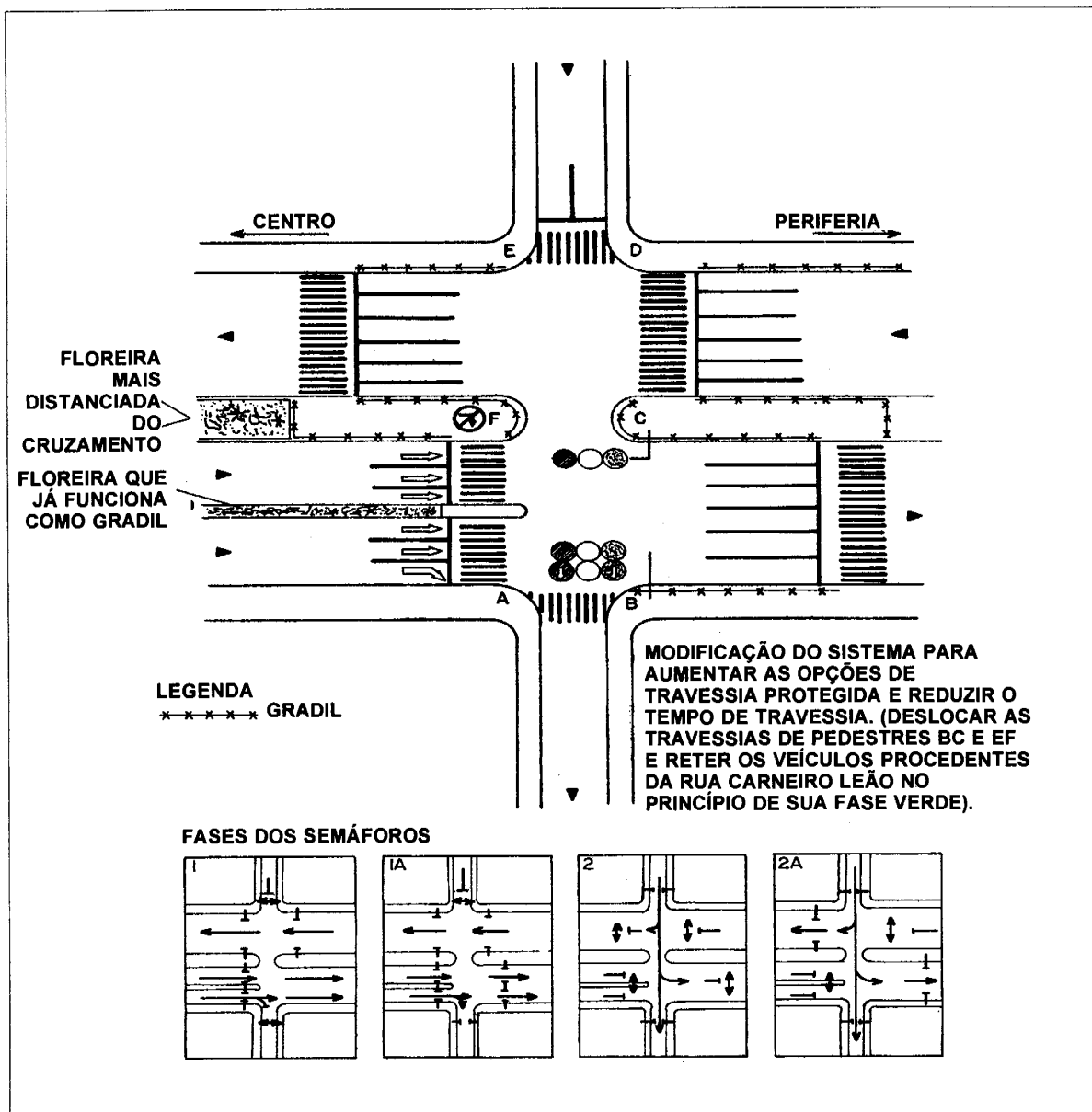
Alternativa II (Figura 9.31)

MODIFICAÇÃO DO ESQUEMA EXISTENTE PARA AUMENTAR AS OPÇÕES DE TRAVESSIA PROTEGIDA E REDUZIR O TEMPO REQUERIDO

Esta alternativa aumenta as opções para os pedestres, recuando as faixas de travessias para pedestres para permitir as travessias BC e EF no princípio da fase verde para os veículos na R. Carneiro Leão.

- Esquema idêntico ao da Alternativa I para a travessia AB e para a proibição da conversão à a direita.
- Deslocamento das travessias BC e EF e eliminação da antiga faixa BC e dos restos da antiga faixa EF.
- Colocação de gradis, para evitar a travessia fora das faixas para pedestres. Para conseguir isto, também seria necessário eliminar a faixa FC, que tampouco teria função dentro desta alternativa.

A travessia da Av. Alcântara Machado poderia ser efetuada dentro de um só ciclo de semáforos com esta alternativa, e pelos trajetos mais solicitados, com o desvio necessário, devido à nova localização das travessias. Entretanto, prejudicaria a fluidez do trânsito procedente da R. Carneiro Leão, durante as horas de pico.

FIGURA 9.31
ALTERNATIVA II
AVENIDA ALÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

Alternativa III (Figuras 9.32 e 9.33)

NOVO ESQUEMA INTEGRADO COM A R. ITAPIRA

Esta alternativa abrange a mudança do sistema de circulação com os seguintes objetivos:

- evitar o trânsito que cruza com a Av. Alcântara Machado justo após a descida dos dois viadutos no sentido periferia-centro, para reduzir acidentes veículo-veículo;
- não prejudicar a fluidez do trânsito; e
- manter a travessia unicamente onde há travessia protegida.

Resumo do esquema:

- Modificar a circulação da R. Visconde Parnaíba.
- Fechar o canteiro central da R. Carneiro Leão.
- Abrir o canteiro central para as conversões à esquerda da R. Itapira (norte).
- Proibir a conversão à direita da R. Itapira (norte), mediante sinal e modificações da calçada.
- Estender o divisor central entre as duas aproximações paralelas no sentido centro-periferia, para evitar as perigosas conversões à direita, da Ligação Leste-Oeste para a R. Carneiro Leão, e para evitar o entrelaçamento de veículos na travessia de pedestres.
- Modificar as faixas de pedestres nas duas interseções.
- Colocar gradis para evitar a travessia fora das faixas de pedestres.
- Modificar os semáforos segundo as necessidades do esquema.

Esta alternativa provê travessias protegidas para pedestres para todos os caminhos possíveis, direta ou indiretamente, sem demoras e também elimina ou separa os fluxos de veículos em conflito, sem necessidade de modificar o ciclo de semáforos e sem prejudicar a fluidez do trânsito.

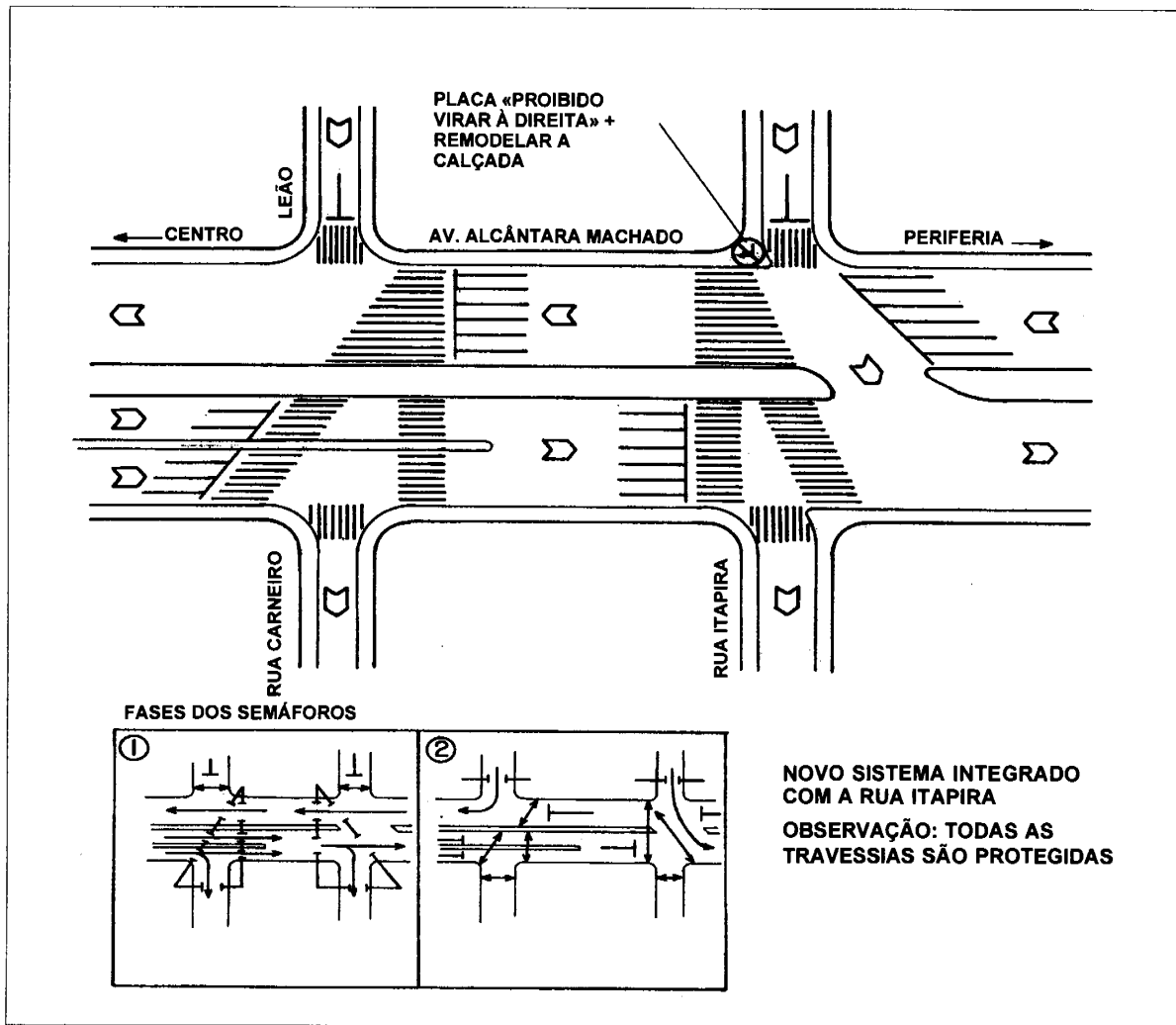
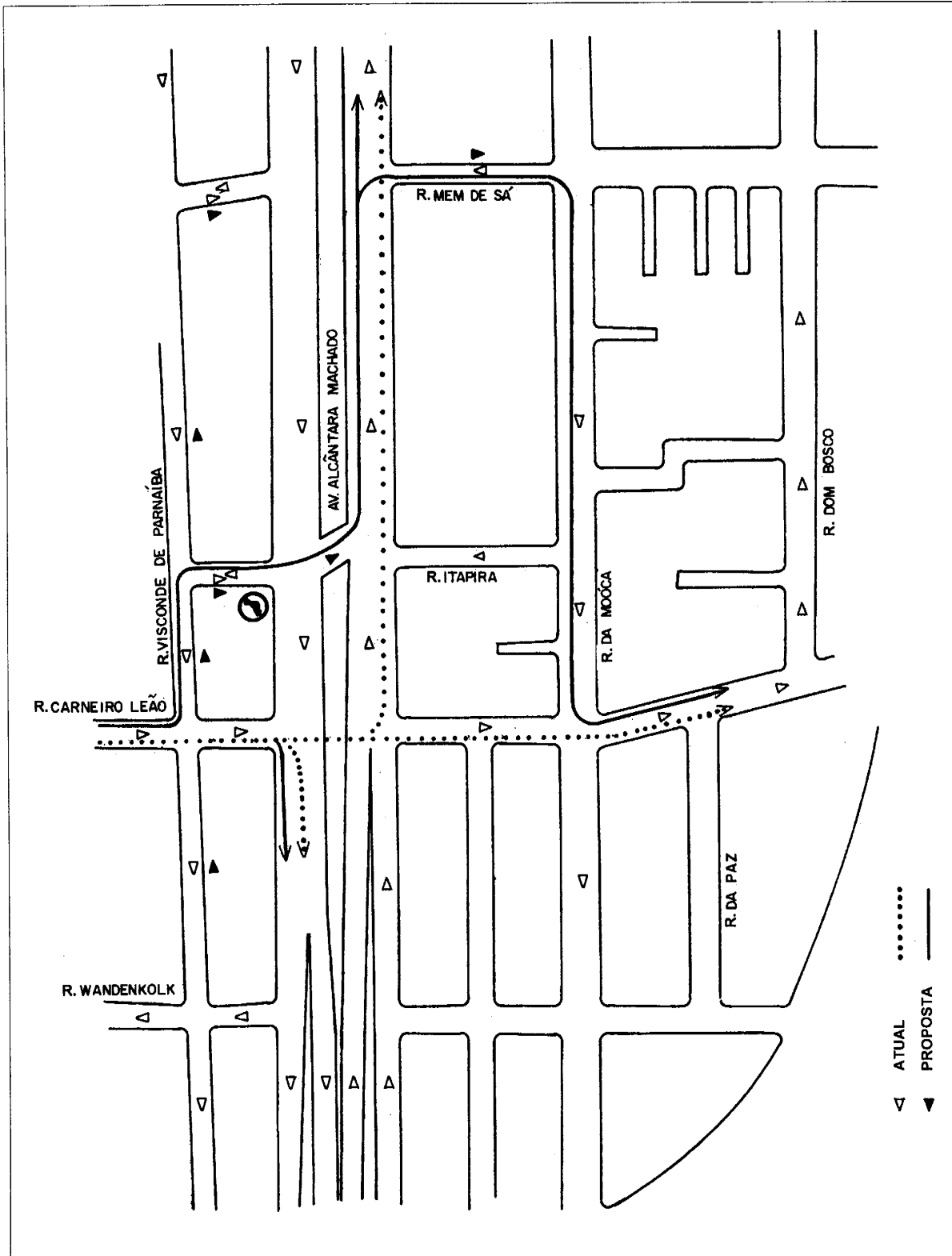
FIGURA 9.32
ALTERNATIVA III
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Fonte: CET

FIGURA 9.33
ALTERAÇÃO DA CIRCULAÇÃO
ALTERNATIVA III

Fonte: CET

Esta alternativa tem a desvantagem de substituir uma travessia direta, existente na Av. Alcântara Machado, por uma indireta. Na R. Itapira, em compensação, as travessias da R. Itapira norte e sul se convertem em faixas de travessias protegidas.

A melhor alternativa é a III, seguida pela II e, por último, pela I.

Outras alternativas consideradas

- Recuo da travessia AB da R. Carneiro Leão.
  Não seria viável devido às entradas da oficina mecânica e do estacionamento, que não permitem a colocação de gradis necessários.
- Retorno na R. da Figueira, para poder fechar o canteiro central da Av. Alcântara Machado no cruzamento com a R. Carneiro Leão.
  Seria difícil ou impossível, devido à baixa altura do viaduto neste ponto, e devido à dificuldade de entrelaçamento com o fluxo de alta velocidade do trânsito procedente do viaduto da Av. Exterior (ver Figura 9.5).
- Construção de uma passarela sobre a Av. Alcântara Machado.
  Seria uma solução parcial, porque os trajetos preferidos pelos pedestres para cruzar a Av. Alcântara Machado, à altura da R. Carneiro Leão e à altura da R. Itapira, são distintos e não convergem.

E – RECOMENDAÇÕES FEITAS NA ÉPOCA DO ESTUDO

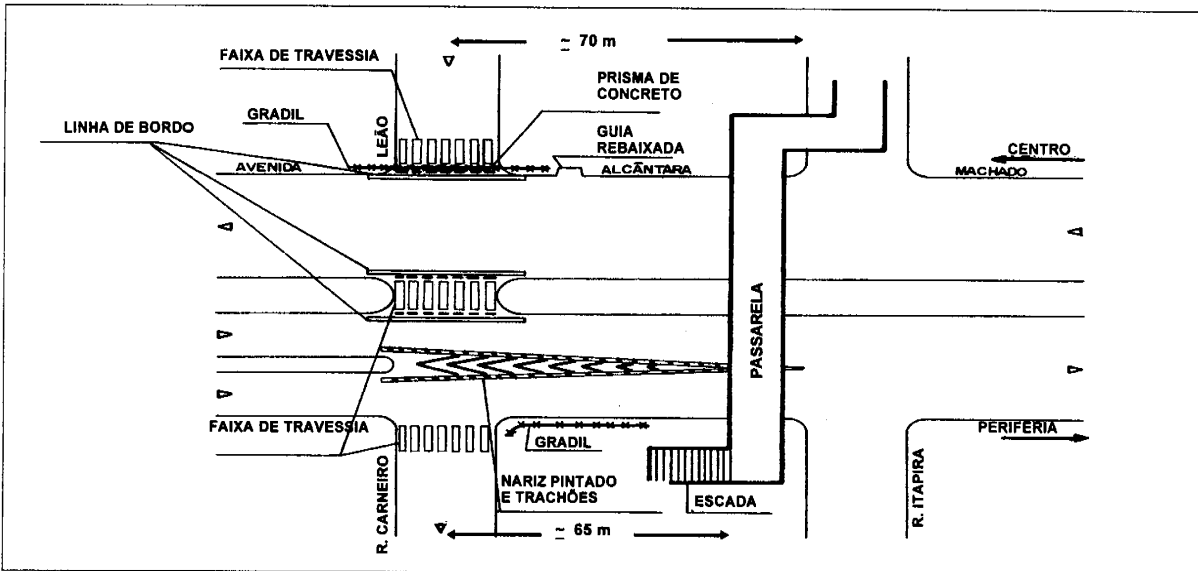
- A implantação da Alternativa III, com a finalidade de reduzir os acidentes veículo-veículo e veículo-pedestre, sem prejudicar a fluidez do trânsito e, em geral, melhorando as condições de travessia dos pedestres.
- Independentemente da implantação desta alternativa, foram recomendadas medidas corretivas para destacar a interseção, alterar o comportamento não desejável dos condutores e melhorar a visibilidade.

F – MODIFICAÇÕES EFETUADAS POSTERIORMENTE NO LOCAL

Na época do estudo, no início da década de oitenta, não foi efetuada nenhuma modificação no local, posto que o responsável pela tomada de decisões não deu prioridade ao projeto proposto (Alternativa III). Anos depois, em 1985, construiu-se uma passarela para pedestres à altura da R. Itapira, eliminando a faixa de travessia para pedestres e os semáforos. Mais tarde, implantou-se na altura da R. Carneiro Leão, o projeto apresentado na Figura 9.34.

Este projeto contém as seguintes modificações:

- eliminação da interseção da Av. Alcântara Machado com a R. Carneiro Leão, mediante o fechamento do canteiro central com prismas de concreto, sem apagar a faixa de travessia paralela ao divisor central, mas pintando uma linha de bordo;
- fechamento da R. Carneiro Leão, lado norte, mediante prismas de concreto, gradil em corrente metálica e linha de bordo;
- eliminação da sinalização por semáforo;
- eliminação das faixas de travessias para pedestres da Av. Alcântara Machado;
- pintura de nariz zebrado, reforçado por tachões para evitar manobras irregulares;
- implantação de um gradil de corrente na Av. Alcântara Machado, lado sul, entre a R. Carneiro Leão e o acesso à passarela;
- alterações da circulação na área de influência da interseção com a finalidade de criar rotas alternativas para os movimentos de veículos, eliminados pelo projeto.

FIGURA 9.34
ALTERAÇÕES EFETUADAS NO LOCAL

Fonte: CET

Impacto das alterações

Para ilustrar o impacto do projeto implantado, foram comparados os índices de acidentes do ano de 1979 (antes da implantação) com os do ano de 1986 (depois da implantação). Ver a Tabela 9.6.

Os resultados mostrados na Tabela 9.6 devem ser interpretados à luz das observações que se seguem.

- Entre 1979 e 1986, a polícia mudou sua política de registro de acidentes sem vítimas, deixando de registrar muitos deles; por conseguinte, a redução de 79% pode ser exagerada. Não houve mudanças com respeito ao registro de acidentes com vítimas e os atropelamentos, cujos dados são mais confiáveis para ambos os anos.
- Não foi possível analisar os possíveis efeitos de transferência de acidentes a outros locais, em função dos desvios criados pelo projeto. Supõe-se que os veículos foram desviados para interseções menos problemáticas, porém é possível que estas tenham tido um aumento de acidentes, depois dos desvios.

Tendo isso em conta, fica evidente que o projeto reduziu drasticamente os acidentes de veículos com vítimas (62%), como conseqüência direta da eliminação de fluxo de veículos em conflitos ortogonais e de semáforos defasados. No entanto, não foram reduzidos os atropelamentos na R. Carneiro Leão (9 por ano). Considerando a eliminação de todas as faixas de travessia para pedestres na Av. Alcântara Machado, supôs-se que todos os pedestres deveriam usar a passarela. No entanto, tal passarela está localizada a cerca de 65 m da R. Carneiro Leão e fora do trajeto desejado pelos pedestres. O resultado, observado em uma vistoria, é que os pedestres continuam atravessando a interseção, em condições extremamente perigosas, posto que já não havia mais semáforos.

Por outro lado, quase todos os pedestres que hoje em dia atravessam a avenida nas proximidades da R. Itapira utilizam a passarela, ainda que não haja nenhum obstáculo físico que impeça a travessia em nível, por baixo da passarela. Neste ponto já quase não ocorrem atropelamentos, apesar de que, anteriormente, os índices apresentados eram parecidos ao da interseção com a R. Carneiro Leão. No entanto, nessa rua não foram implantados gradis sistematicamente, nem sinais de advertência ou de educação para pedestres, que são elementos normalmente considerados fundamentais neste tipo de situação.

Eficácia da solução

O projeto implantado diminuiu os problemas concernentes aos movimentos de veículos, porém a travessia de pedestres não foi tratada adequadamente por dois motivos principais:

- a localização da passarela não correspondia ao trajeto desejado pelos pedestres, ainda que tenha resolvido perfeitamente o problema da travessia, no local onde foi construída; e
- não foram tomadas as providências necessárias para impedir a travessia de pedestres na altura da R. Carneiro Leão.

Não foram realizadas contagens de fluxo de veículos e de pedestres em 1979 e 1986, antes e depois da implantação do projeto. Como a freqüência de atropelamentos permaneceu inalterada, não se sabe se o projeto diminuiu a periculosidade (em caso de aumento dos fluxos) ou aumentou a periculosidade (em caso de diminuição dos fluxos). Isto realça a importância de efetuar contagens.

Comentários

A alternativa III poderia ter sido implantada imediatamente. Era tecnicamente superior as alternativas I e II, todas com custos semelhantes e baixos. Contemplava a segurança dos condutores e pedestres, obrigando os condutores a aguardar os segundos necessários à travessia protegida dos pedestres.

As alterações efetuadas ilustram as falhas do treinamento dos cursos antigos de engenharia de tráfego, que só davam prioridade aos fluxos de veículos. A «solução» eliminou o cruzamento, os semáforos e os caminhos utilizados pelos pedestres, os quais se vêm obrigados, atualmente, a caminhar 135 m adicionais e a subir uma escada, para alcançar, sem perigo, o ponto desejado. Alguns poderiam argumentar que os fluxos de veículos são mais importantes, porém, isto não justifica a ausência de dispositivos físicos adequados para evitar a travessia no local, a qual tornou-se mais perigosa.

TABELA 9.1
HISTÓRICO DOS ACIDENTES

LOCAL: RUA MAMORÉ x RUA NEWTON PRADO

Data de Implantação: 23/01/79
Período de Acompanhamento: 22/07/78 al 23/07/79

← Antes →|← Depois →

ACIDENTE Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
DATA	23/8	10/9	22/9	10/10	12/10	26/10	9/11	10/11	16/11	24/11	7/12	18/12	24/3	24/4	26/6			
DIA DA SEMANA	QUA	DOM	SEX	TER	QUI	QUI	QUI	SEX	QUI	SEX	QUI	SEG	SÁB	TER	TER			
HORÁRIO	7:10	12:45	15:40	17:30	9:50	13:13	12:15	16:40	17:30	22:50	15:30	19:30	13:54	13:20	11:11			
TIPO DE ACIDENTE	S/V	S/V	S/V	S/V	C/V	C/V	S/V	S/V	S/V	S/V	S/V	S/V	S/V	S/V	S/V			
CONDIÇÃO DA PISTA* SECA/MOLHADA	–	–	S	–	S	–	–	S	–	–	M	S	–	S	S			
ILUMINAÇÃO DIA/NOITE	D	D	D	D	D	D	D	D	D	N	D	N	D	D	D			
DIAGRAMA DE ACIDENTES*	–	–		–		–	–		–	–			–					

Nº de acidentes antes e depois da implantação								
6 MESES ANTES				6 MESES DEPOIS				Redução %
S/V	C/V	Atrop	Total	S/V	C/V	Atrop	Total	
10	2	–	12	3	–	–	3	75%

TIPO DE ACIDENTE MAIS FREQÜENTE

ENTRE OS ACIDENTES COM DIAGRAMAS, ABALROAMENTO TRANSVERSAL. ENTRE OS ACIDENTES SEM DIAGRAMA, É PROVÁVEL HAVER TAMBÉM COLISÕES TRASEIRAS (VER NOTA).

Croqui do local

Fonte: CET

* Não foram localizados os boletins de ocorrência dos acidentes onde faltam dados. Somente se localizou a ficha preenchida pela telefonista de plantão.

TABELA 9.2
RUA MAMORÉ x RUA NEWTON PRADO
EVOLUÇÃO DA FREQÜÊNCIA DE ACIDENTES
ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

MÊS	NÚMERO DE ACIDENTES
Julho	–
Agosto	1
Setembro	2
Outubro	3
Novembro	4
Dezembro	2
TOTAL	**12**

Fonte: CET

TABELA 9.3
DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA POR DIA DA SEMANA DOS ACIDENTES
ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO
RUA MAMORÉ x RUA NEWTON PRADO

HORA / DIA DA SEMANA	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	TOTAL
SEG													○				1
TER											○						1
QUA	○																1
QUI			●			○	●		○		○						5
SEX									○	○						○	3
SÁB																	-
DOM						○											1
TOTAL	1	-	1	-	-	2	1	-	2	1	2	-	1	-	-	1	12

○ - SEM VÍTIMAS
● - COM VÍTIMAS

Fonte: CET

TABELA 9.4
DISTRIBUIÇÃO HORÁRIA E POR DIA DA SEMANA DOS ACIDENTES – 7/78 - 4/80
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

DIA SEMANA \ HORA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	C/V	ATR.
SEG																									27	6	1
TER																									37	5	2
QUA																									21	4	5
QUI																									16	1	
SEX																									22	5	
SÁB																									30	7	3
DOM																									23	5	1
TOTAL	7	3			1	1	4	7	8	5	8	17	10	12	19	12	7	16	12	9	6	3	4	5	176		
C/V	3						2	2	2	2	1	2	2	4	5	1		1	1		1	3	1			33	
ATR	1						1	1	1			1	1		1		2				2			1			12

LEGENDA: SEM VITIMAS ● COM VITIMAS ⬮ ATROPELAMENTOS △

Fonte: CET

TABELA 9.5
ACIDENTES REGISTRADOS
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

Situação	Tipo de acidente			
	C/V	S/V	ATR	**TOTAL**
c/BO, c/DA	18	70	3	91 (52%)
c/BO, s/DA	4	17	6	27 (15%)
s/BO	11	44	3	58 (33%)
TOTAL	33	131	12	176 (100%)

Fonte: CET

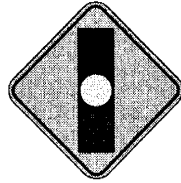
Nota:

c/ – com BO – Boletim de Ocorrência
s/ – sem DA – Diagrama do Acidente

TABELA 9.6
ACIDENTES ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO
AVENIDA ALCÂNTARA MACHADO x RUA CARNEIRO LEÃO

TIPO DE ACIDENTES	1979	1986	REDUÇÃO
S/V	106	22	79%*
C/V	21	8	62%
AT	9	9	0%
TOTAL	**136**	**30**	**71%**

Fonte: CET

* Provavelmente superestimado

CAPÍTULO 10

TÉCNICAS DE INTERVENÇÃO EXISTENTES

Neste capítulo, apresentamos as técnicas de maior utilização e comprovada eficácia na redução de acidentes, incluindo, para cada uma delas, uma discussão de suas vantagens e desvantagens. O leque de técnicas descritas a seguir abrange desde pequenas obras de fácil implantação e baixo custo até projetos que requerem investimentos médios, como a instalação de semáforos nas interseções, complementados por sinalização horizontal e vertical.

A eleição de uma ou outra técnica depende da análise e do diagnóstico das causas dos acidentes ocorridos no local e dos recursos disponíveis para investimentos na redução de acidentes. Geralmente, para uma intervenção bem selecionada e projetada, a economia social obtida é consideravelmente maior que os custos de implantação e manutenção da intervenção. Por "economia social" entendem-se os gastos evitados com a redução dos acidentes, incluindo os custos médicos e funerários, os reparos dos veículos, o tempo da polícia e do sistema judicial e a perda de produção.

É de suma importância avaliar os projetos implantados, para aperfeiçoar os programas de redução de acidentes e justificar os investimentos. No capítulo 12, apresenta-se uma metodologia de avaliação econômica, para esse fim.

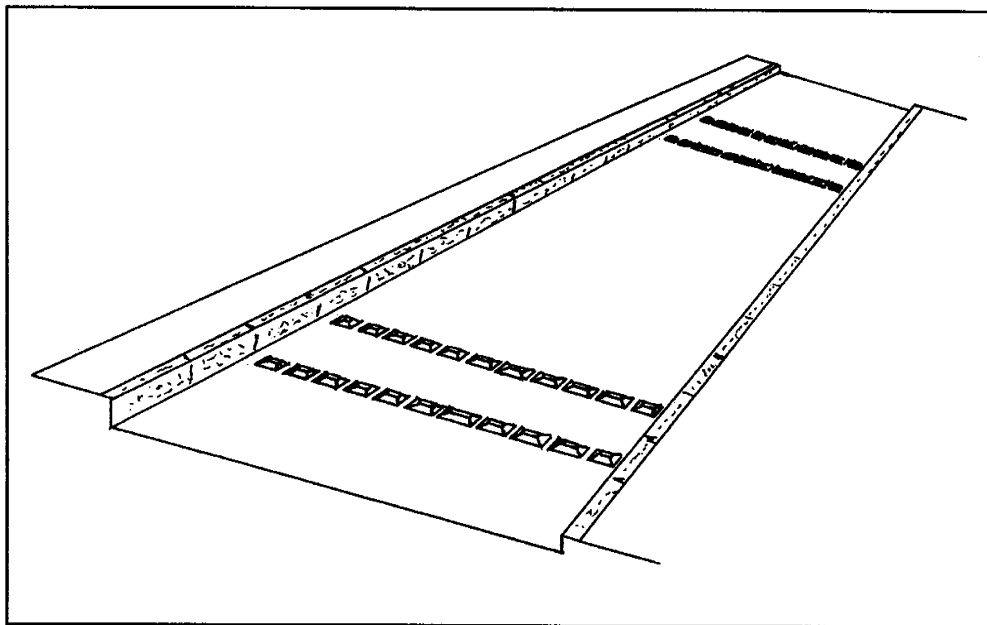
Como os pedestres são, freqüentemente, as vítimas dos acidentes, boa parte das medidas descritas neste capítulo estão orientadas para aumentar sua segurança. Essas medidas são duplamente importantes para pessoas que apresentam limitações de mobilidade, de audição ou de visão.[1] Podem-se aperfeiçoar as intervenções para atender ainda melhor a estes grupos, rebaixando a altura dos meio-fios nos cruzamentos (transformando-os em rampas suaves que acomodem as cadeiras de rodas), dotando os semáforos de dispositivos sonoros e instalando, nos cruzamentos, ao final das calçadas, materiais diferentes (como ladrilhos) para avisar aos pedestres que a calçada está terminando e está iniciando a área de trânsito de veículos – elemento especialmente importante para pessoas com deficiências visuais.

10.1 Redutores de velocidade

As velocidades excessivas provocam muitos acidentes graves, nas áreas urbanas, destacando-se os atropelamentos. Para minimizar este problema, criaram-se dispositivos que, uma vez implantados na via, causam incômodos quando se passa em alta velocidade, ou detectam e identificam veículos infratores.

Fileiras de obstáculos tranversais

São formadas por tachões refletivos e instaladas de forma contínua em sentido transversal à via (ver Figura 10.1).

FIGURA 10.1
EXEMPLO DE FILEIRAS DE TACHÕES

Os tachões devem ser aplicados quando, por razões pragmáticas, econômicas ou técnicas (declives acentuados, vias de alta velocidade, etc.), não é conveniente a implantação de obstáculos do tipo lombada (que será visto mais adiante). As disposições utilizadas são variadas, havendo fileiras simples, duplas e triplas, cujo distanciamento varia desde centímetros até dezenas de metros. As fileiras pouco distanciadas entre si (ao redor de 0,70 m) revelaram-se bastante eficientes, já que, além de atuar como obstáculos, apresentam efeitos de vibração e sonoridade.

É necessária uma sinalização eficiente para advertir os condutores sobre a presença dos tachões e assim evitar as freadas bruscas pelos condutores, ao se depararem com eles, repentinamente, sem aviso prévio.

As avaliações de projetos de tachões tranversais implantados em São Paulo sempre mostraram uma redução das velocidades médias dos veículos entre 25 e 65% e uma diminuição do número de acidentes.

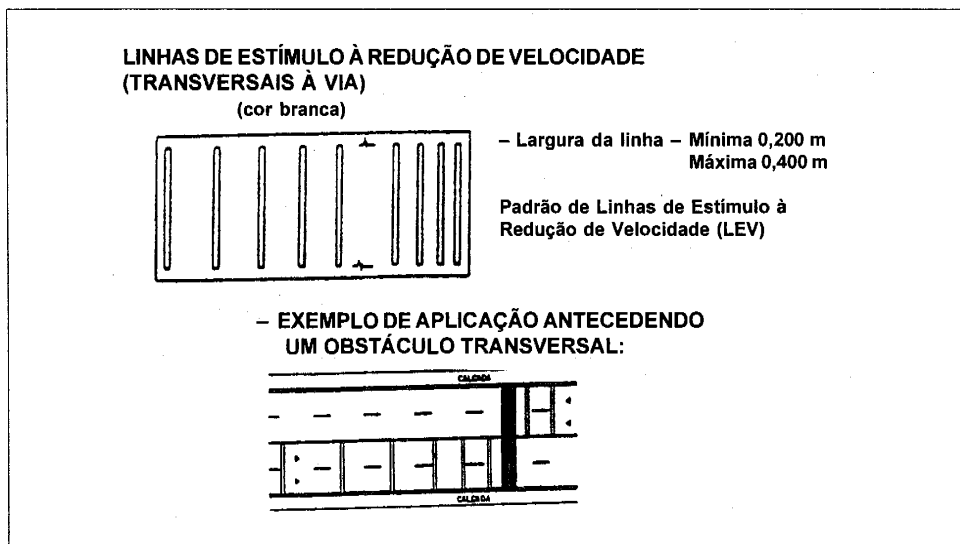
Não obstante, estas mesmas avaliações "antes" e "depois" também mostraram que não houve redução nas velocidades máximas registradas. Houve inclusive casos em que estas aumentaram. Este dispositivo é, portanto, eficiente para diminuir velocidades médias, porém não o é para as máximas. Assim, não se recomenda o emprego de tachões em locais onde cruzem crianças, por exemplo.

Em muitos casos, constata-se que a velocidade média decresce drasticamente durante alguns dias após a implantação do dispositivo e que vai aumentando novamente a medida em que os condutores se acostumam aos obstáculos. Ainda assim, a nova velocidade média se mantém inferior àquela prévia à implantação dos tachões.

Isto ocorre porque os tachões causam menor incômodo se atravessados em alta velocidade que em velocidades médias, sobretudo nos casos de fileiras simples, fazendo com que muitos condutores prefiram passar os obstáculos em alta velocidade ao invés de em baixa velocidade. Esta reação pode ser perigosa, devido as diferenças de comportamentos dos condutores: um deles freia ao chegar aos obstáculos enquanto o seguinte procura passá-los em alta velocidade, criando-se um potencial de acidentes.

Por outro lado, a possibilidade de passar os tachões transversais em alta velocidade, sem causar uma perda de controle de veículo, permite o uso deste dispositivo em vias rápidas como redutor/sinalizador de advertência da existência de outros obstáculos do tipo lombada.

O CBT sugere, como sinalização, "Linhas de estímulo à redução de velocidade," transversais à via e espaçadas de acordo com a velocidade operacional da via, como se vê na figura 10.2 (ver CBT, Anexo II, item 2.2).

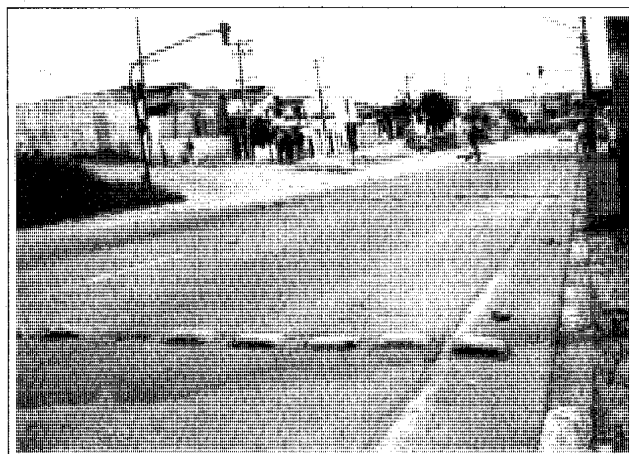
FIGURA 10.2
LINHAS DE ESTÍMULO À REDUÇÃO DE VELOCIDADE

A seguir, apresentam-se algumas precauções a serem tomadas na implantação de tachões:

- Os descuidos na fixação ou uso de materiais inferiores resultam em tachões soltos e rompidos algum tempo depois da implantação (Figura 10.3). Deve-se efetuar uma constante manutenção destes tachões, repondo rapidamente as peças soltas ou rompidas, pois, caso contrário, criam-se vazios que permitem a livre passagem das rodas de veículos por entre os obstáculos, evitando os incômodos ocasionados pelos tachões. As fileiras duplas pouco distantes entre si podem minimizar este problema, já que mesmo soltando um tachão, em seguida há outro exercendo a função de redutor de velocidade.
- Os tachões devem ser retirados ao reasfaltar-se as vias, ainda que isto ocasione muitas rupturas, e reimplantados depois, para não serem mais tarde enterrados sob o novo asfalto.

Um inconveniente que os obstáculos do tipo tachões acarretam são o ruído e a vibração causados pelos veículos que passam sobre eles. Em São Paulo, ocorreram casos de reclamações e petições por parte dos moradores, para que fossem retirados, devido a este efeito negativo. É aconselhável evitá-lo afastando um pouco esse dispositivo das casas.

Lombadas – Ondulações transversais

Entre os dispositivos redutores de velocidade, as lombadas se revelam as mais eficazes, se implantadas com sinalização de advertência e o perfil adequado. A lombada, ao contrário do tachão, reduz tanto a velocidade média como a máxima. Em sendo o grau de incômodo proporcional à velocidade, as velocidades elevadas praticamente desaparecem após a implantação deste dispositivo.

FIGURA 10.3
EXEMPLO DE LOCAL COM TACHÕES ARRANCADOS OU DANIFICADOS POR VEÍCULOS
AVENIDA SAPOPEMBA – SÃO PAULO

Não obstante, existem casos de vias de conexão, estradas, itinerários de veículos de carga e inclusive dentro de terminais de ônibus, onde este dispositivo foi implantado com eficiência e segurança.

Em todos os casos é necessária uma sinalização de advertência eficaz (ver Anexo II). Em vias de alta velocidade, é imprescindível instalar tachões ou sonorizadores, para avisar aos condutores que irão se deparar com o obstáculo mais adiante, e assim, evitar danos ao veículo ou perda do controle da direção.

Como exemplo de lombadas corretamente implantadas citaremos o trecho de 1 km da Estrada de Campo Limpo, uma via de conexão em São Paulo. No começo desta via, implantou-se um semáforo intermitente de advertência, junto com uma placa de advertência LOMBADA NOS PRÓXIMOS 1.000 M em um local bem visível. Este conjunto de medidas alerta ao condutor da proximidade do dispositivo. Nos trechos urbanos da Rodovia Cuiabá-Porto Velho, utilizaram-se sinais de advertência e tachões com bastante êxito (GEIPOT, 1987).

A lombada do tipo I reduz a velocidade média a aproximadamente 10 ou 20 km/h, com máximas ao redor dos 30 km/h. O tipo II tem médias entre os 20 e 25 km/h e máximas ao redor dos 45 km/h. O uso de lombada tipo I deve limitar-se às ruas locais; em todas as outras vias deve-se usar o tipo II, pois ainda que resulte mais caro, causa menos incômodos ao usuário.

É extremamente importante seguir o perfil padronizado na execução de lombadas (ver Anexo II), a fim de que não se tornem perigosas ou demasiadamente incômodas. Obstáculos[2] fora do padrão podem causar danos mecânicos aos veículos e causar acidentes.

Em uma avaliação realizada na Rua Adelvira de Toledo, em São Paulo, implantaram-se, inicialmente, fileiras de tachões transversais à via, que posteriormente foram substituídas por lombadas, nos mesmos locais. A velocidade média deste ponto decresceu de 40 km/h para 26 km/h com a instalação dos tachões e para 19 km/h com as lombadas. A velocidade máxima, que era superior a 100 km/h e continuou sendo a mesma com os tachões, reduziu-se, com as lombadas, a 50 km/h, registrados apenas em casos excepcionais.

Devem-se tomar algumas precauções básicas na implantação de lombadas:

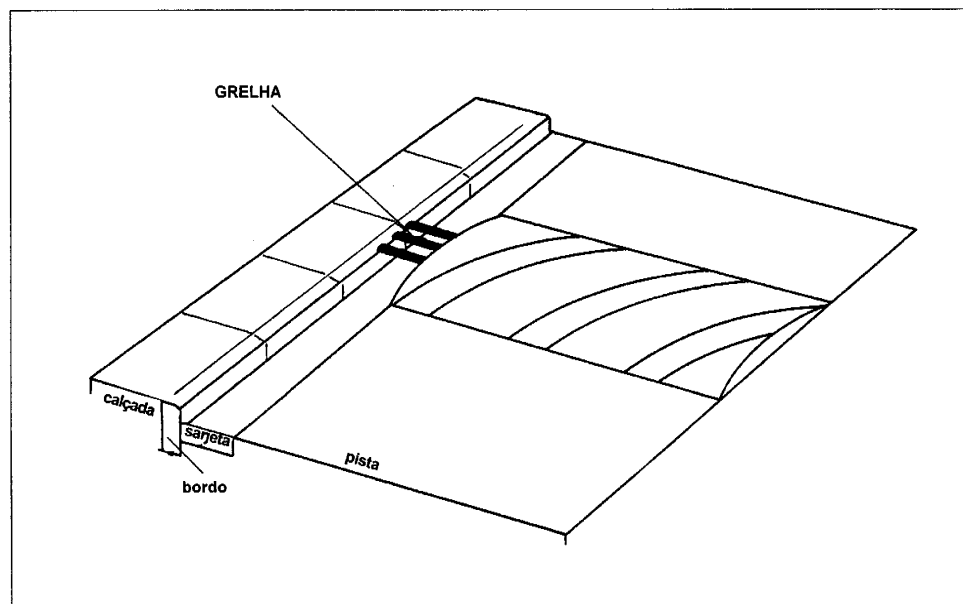
- É fundamental que haja sinalização de advertência em um local visível, com sinais preferivelmente em braço projetado a pelo menos 50 m antes do dispositivo.
- A sinalização de advertência deve ser implantada alguns dias antes do dispositivo. Um exemplo do perigo de "deixá-lo para o dia seguinte" ocorreu na Cidade de São Paulo, onde se instalou o dispositivo sem a advertência e houve um acidente fatal (o motorista perdeu o controle ao passar o obstáculo em alta velocidade).
- Deve-se pintar a lombada com sinalização de fácil visibilidade, como faixas diagonais de cor amarela, para contrastar com o resto do pavimento. Deve-se tomar especial precaução com as lombadas realizadas em concreto asfáltico, já que não se direferenciam do pavimento pela cor.
- Devido à abrasão causada pelos veículos, a pintura deve receber uma constante manutenção.
- Recomenda-se que a lombada tenha iluminação própria, executada com focos direcionais que mostrem claramente a existência dos obstáculos (ver subitem 10.7). Em Curitiba, implantou-se com êxito, em vias de sentido único, lombadas precedidas por uma fileira transversal de pequenos tachões refletores para melhorar a visibilidade noturna.
- As lombadas estão submetidas a esforços de abrasão e cisalhamento. Portanto, devem ser construídas com concreto asfáltico convenientemente compactado ou em concreto de cimento com alto coeficiente de resistência.
- Devido às necessidades de drenagem das vias, as lombadas não devem encostar no meio-fio para deixar um espaço para a água passar. Nestes casos, alguns condutores tentam passar encaixando as rodas do veículo exatamente neste espaço para atenuar os efeitos do obstáculo, pondo em risco a segurança dos pedestres que passam junto ao meio-fio. Este problema pode ser evitado através da construção de um prolongamento tipo grelha na parte superior da lombada até o meio-fio, deixando uma passagem para a água (Figura 10.4).
- A distância ideal entre as lombadas é de 50 a 100 m para que o veículo passe pelo trecho de obstáculos com certa facilidade sem ganhar excessiva velocidade. No Município de São Paulo, nos anos oitenta, permitia-se a colocação destes dispositivos pelos próprios munícipes, com projeto de localização, sinalização e fiscalização sob a responsabilidade do Departamento de Operação do Sistema Viário (DSV).

Lombadas Eletrônicas

Trata-se de um dispositivo em crescente utilização no Brasil, que substitui, em parte, a lombada física no controle de velocidade em um determinado ponto da via. Laços detetores embutidos na pista medem a velocidade dos veículos ao se aproximarem de um totem, que mostra ao condutor a velocidade máxima permitida e a sua própria velocidade. Quando um condutor passa o totem com velocidade superior ao limite predeterminado (a velocidade máxima permitida, ou esta velocidade mais um pequeno acréscimo), o aparelho tira uma fotografia do veículo, identificando-o para que se possa lavrar o auto de infração e, posteriormente, emitir a multa respectiva.

As principais vantagens da lombada eletrônica, quando comparada à lombada física são:

- permite fixar a velocidade máxima desejada;
- permite mudar a velocidade máxima permitida quando for necessária;
- não prejudica a circulação de veículos de emergência;
- pode ser autofinanciado por meio das multas.

FIGURA 10.4
LOMBADA DOTADA DE PROLONGAMIENTO ATÉ O MEIO-FIO

As desvantagens principais são:

- a redução de velocidade se limita às áreas imediatamente antes e depois do dispositivo;
- não elimina a possibilidade de altas velocidades;
- exige mais manutenção, especialmente das partes elétrica e eletrônica.

Pardais

Implantaram-se recentemente câmaras encapadas afixadas em postes, conhecidos como "pardais", em diversos lugares no Brasil, com excelentes resultados. Usam-se várias dessas câmaras ao longo de um trecho de via para controlar a velocidade em toda a sua extensão. Enquanto a lombada eletrônica é altamente visível, procura-se esconder dos condutores a localização exata dos pardais, para que mantenham as velocidades abaixo do limite permitido em toda a extensão do trecho. Fotografam-se as placas dos veículos com excesso de velocidade.

Pode-se evitar que os condutores descubram os locais dos pardais e comecem a acelerar nos trechos intermediários mediante a colocação de mais capas que câmaras. Faz-se um rodízio das câmaras aleatoriamente, forçando os condutores a obedecer o limite de velocidade no percurso inteiro.

Valetas

As valetas transversais ou oblíquas têm um efeito bastante similar ao das lombadas, reduzindo tanto as velocidades médias como as máximas. Não existe um perfil padronizado adotado para as valetas como redutores de velocidade. As existentes costumam ter dimensões semelhantes às valetas de drenagem. Em São Paulo, implantaram-se valetas como redutores de velocidade de 2,1 m de largura e 0,08 m de profundidade. Do ponto de vista dos condutores, a valeta tem a vantagem de ser vista como uma necessidade de drenagem de águas pluviais e não como um dispositivo implantado pelo poder público para obrigá-los a alterar a velocidade. As valetas podem ser implantadas junto às esquinas e reduzem as velocidades nos cruzamentos.

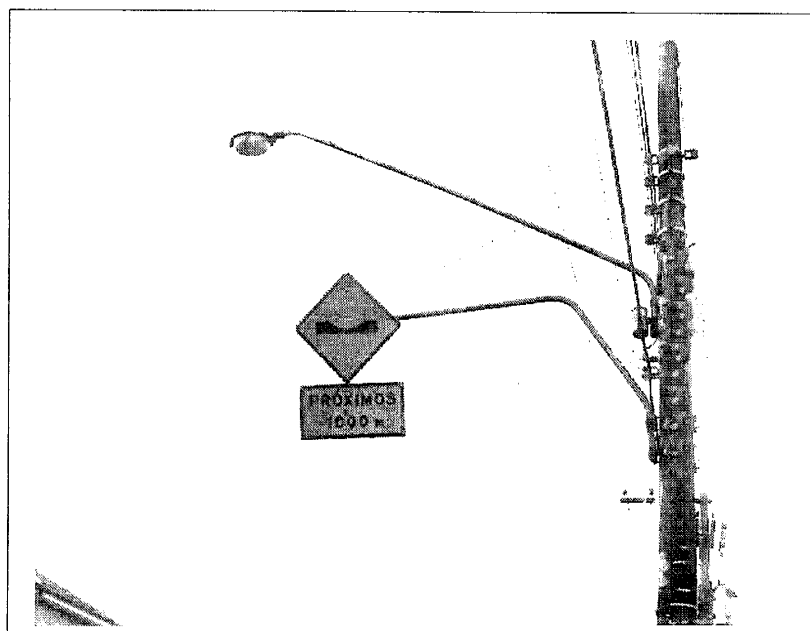
Em uma via de conexão da periferia de São Paulo, a Rua Nina Stocco, foram implantadas valetas transversais em um trecho e oblíquas em outro. A valeta transversal alcançou uma redução de velocidade média de 43 para 22 km/h, enquanto que a máxima passou de 90 para 45 km/h. A valeta oblíqua mostrou-se menos eficaz, com uma redução da velocidade média de 48 para 28 km/h e da máxima de 90 para 64 km/h.

A valeta é um elemento menos drástico que a lombada quanto à redução de velocidade e menos nocivo para os veículos que passam em alta velocidade. Assim, a valeta se situa entre a lombada e os tachões quanto à redução de velocidades médias e máximas. As valetas sofrem um grande desgaste mecânico e por isso devem ser feitas em concreto de alta resistência, com uma base suficientemente resistente para garantir sua duração (Figura 10.5). Trata-se de uma das desvantagens da valeta, já que é quatro vezes mais cara que uma lombada de tamanho semelhante.

Devem-se tomar algumas precauções na instalação e manutenção de valetas:

- Igualmente à lombada, a valeta necessita de uma sinalização de advertência eficiente, incluindo iluminação especial e sinais projetados (Figura 10.6).
- Ao reasfaltar as vias, não se pode tapar as valetas ou deixá-las com excessiva profundidade.
- A valeta deve possuir um sistema de auto-drenagem para impedir que se acumulem sujeira e água em seu interior.

FIGURA 10.5
EXEMPLO DE VALETA EXECUTADA COM CONCRETO DE RESISTÊNCIA INSUFICIENTE
AVENIDA SAPOPEMBA – SÃO PAULO

FIGURA 10.6
SINALIZAÇÃO EM BRAÇO PROJETADO ADVERTINDO DA EXISTÊNCIA DE
VALETAS NOS PRÓXIMOS 1.000 m
AVENIDA INCONFIDÊNCIA MINEIRA – SÃO PAULO

10.2 Projetos geométricos orientados ao pedestre

Neste item, analisam-se as técnicas de intervenção orientadas ao pedestre, que consistem em pequenas obras civis, desde a implantação de ilhotas na rua como refúgio de travessia para os pedestres, até a execução de pavimentos especiais em ruas fechadas ao trânsito e de uso exclusivo de pedestres.

Alargamento da calçada próxima da esquina

Os principais objetivos deste tipo de alargamento são a redução do tempo e da distância da travessia para os pedestres e da velocidade dos veículos, devido ao estreitamento da via (Figura 10.7), além de melhorar a visibilidade entre pedestres e condutores.

Esta técnica pode ser aplicada junto às esquinas ou no meio da quadra. Em vias comerciais com estacionamento permitido, pode-se utilizar o esquema apresentado na Figura 10.8 para garantir maior segurança e comodidade aos pedestres, sem prejudicar a fluidez do trânsito.

Segundo experiências na cidade de São Paulo, recomenda-se o alargamento da calçada nos seguintes casos:

- cruzamento com calçada estreita, que implica em incômodo e exposição ao atropelamento, por ocupação parcial da pista por parte dos pedestres, especialmente nos ciclos longos de semáforos;
- locais nos quais haja estacionamento irregular de veículos nas esquinas – depois da implantação de um alargamento de calçada, constatam-se poucas infrações deste tipo;
- locais que dificultam a visibilidade entre condutores e pedestres – as interferências que existem na calçada são atenuadas, ao deixar os pedestres reunidos em uma área mais "limpa" e dentro da visão frontal dos condutores (as autoridades devem exercer um controle nestas áreas a fim de evitar a instalação de vendedores ambulantes); e
- cruzamento com semáforos sem fase específica para os pedestres, onde estes se vêem obrigados a cruzar a via em conflito com os veículos que fazem conversão à direita ou à esquerda, freqüentemente em velocidades incompatíveis com a segurança – o alargamento da calçada lhes obriga a reduzir a velocidade e diminui o espaço em que o pedestre fica exposto ao perigo.

O desenho do alargamento da calçada (Figura 10.9) deve fazer o estreitamento da via, paulatinamente, para que não seja um obstáculo frontal para os veículos que chegam ao cruzamento. Recomenda-se que a amplitude do alargamento da calçada seja de 2 a 2,5 m, o que corresponde à largura da via ocupada por um veículo estacionado e não compromete a capacidade da via.

Para reduzir o custo da implantação, recomenda-se usar meio-fio moldado "in loco". Não se recomenda a execução com prismas de concreto, exceto em casos onde o alargamento é efetuado para canalizar veículos. Os prismas não transmitem aos condutores o efeito de prolongamento da calçada e, portanto, não garantem o mesmo nível de segurança aos pedestres.

FIGURA 10.7
ALARGAMENTO DE CALÇADA JUNTO A UMA ESQUINA
RUA SILVA BUENO x RUA COMANDANTE TAYLOR – SÃO PAULO

FIGURA 10.8
AVANÇO DE CALÇADA EM VIAS COM GRANDE FLUXO DE
TRAVESSIA DE PEDESTRES EM TODA SUA EXTENSÃO

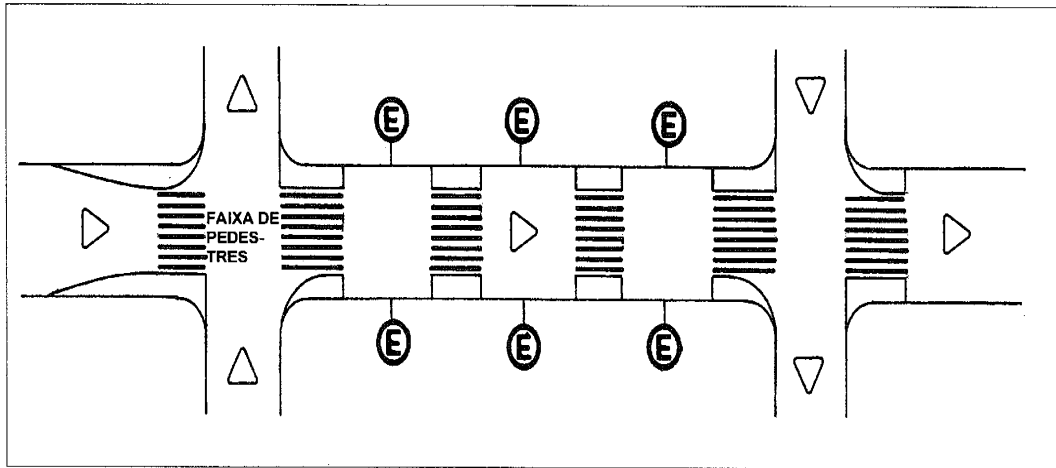



FIGURA 10.9
EXEMPLO DE ESTREITAMENTO GRADUAL
RUA SILVA BUENO x RUA COMANDANTE TAYLOR – SÃO PAULO

Refúgio

A finalidade principal da implantação de um refúgio (uma ou um par de ilhotas na rua) é permitir que o pedestre realize a travessia da via em duas etapas, diminuindo assim o risco de atropelamentos (Figura 10.10).

FIGURA 10.10
EXEMPLO DE REFUGIO DE CONCRETO
AVENIDA SAPOPEMBA – SÃO PAULO

Aconselha-se essa medida para vias de duplo sentido com uma largura superior aos 12,0 m e em locais com concentração de travessia de pedestres, como escolas, hospitais, supermercados, paradas de ônibus e cruzamentos. Para cruzar estas vias, o pedestre enfrenta os veículos que transitam nos dois sentidos, existindo sempre o risco de que um veículo ultrapasse o outro, entrando na pista de sentido contrário, ou de que o pedestre tenha que esperar no meio da pista por uma "brecha" (espaço vazio entre dois grupos de veículos). A existência de brechas em uma via constitui o critério para a instalação de um refúgio e não de outras técnicas como o semáforo ou a passarela. A seguir, descrevem-se outras vantagens do refúgio:

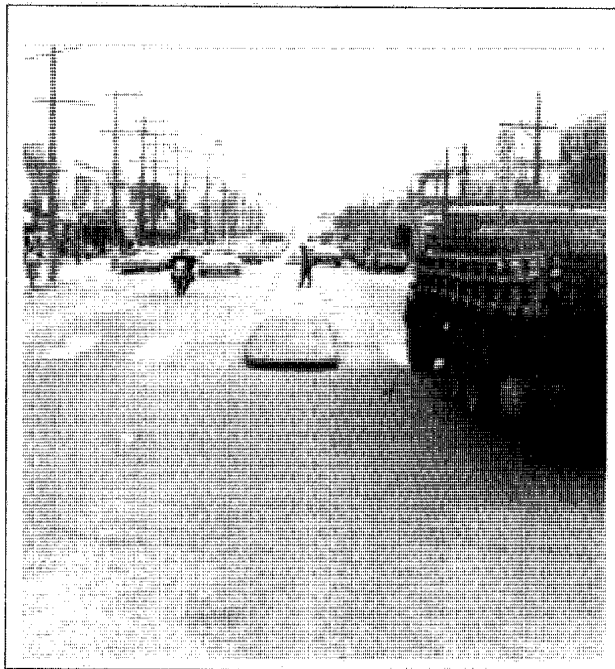
- não é imprescindível que esteja vinculado à instalação de um semáforo;
- permite um melhor aproveitamento das brechas, tendo em conta que o pedestre apenas se preocupa na travessia, com a existência de brechas em um sentido de cada vez;
- reduz pouco a capacidade viária; embora diminua a largura da via, mantém o mesmo número de faixas por sentido;
- trata-se de um dispositivo relativamente barato, especialmente se executado em meio-fio moldado "in loco", além de ser uma alternativa mais econômica que a implantação de um canteiro central ao longo das vias com travessias dispersas. Pode-se optar pela instalação de refúgios espaçados (p. ex., de 100 m), com sinalização horizontal contínua entre os refúgios, reforçada por tachões, os quais ajudam a manter as áreas entre refúgios como locais para travessias. Há um exemplo desta medida na Av. Conselheiro Carrão em São Paulo (Figura 10.11).

Recomenda-se que a largura mínima do refúgio seja de 1,0 m, com linha de bordo, de tal forma que exista uma faixa de segurança de 0,30 m de cada lado, entre a linha de bordo e o refúgio.

Canteiro central

O uso do canteiro central em uma via separa os fluxos opostos de veículos, evitando as ultrapassagens na contramão; da mesma forma que o refúgio, o canteiro permite ao pedestre atravessar em duas etapas (ver Figura 10.12).

Aconselha-se a implementação desta técnica em vias que possuam travessias dispersas ao longo de seu percurso, característica de vias comerciais, e que tenham uma largura mínima de 14,0 m, ainda que, em certos casos, possa ser

FIGURA 10.11
REFÚGIOS COMPLEMENTADOS COM SINALIZAÇÃO NOTURNA (TACHÕES) ATUANDO COMO CANTEIRO CENTRAL
AVENIDA CONSELHEIRO CARRÃO – SÃO PAULO

implantado em vias de 12,0 m de largura. Igual ao refúgio, a largura mínima recomendada para o canteiro central é de 1,0 m. Outras vantagens deste dispositivo são:

- impedir os movimentos indesejáveis de veículos, como retornos e conversões fora dos cruzamentos;
- devido a sua continuidade e por ser elemento longitudinal à via, pode ser feito com prismas de concreto, o que reduz substancialmente seu custo de implantação.

Rua de pedestres – Calçadão

Do ponto de vista de segurança, o objetivo da implantação da rua de pedestres é a eliminação dos conflitos existentes entre veículos e pedestres em certas vias de zonas comerciais. Nestas vias, às vezes se observa a utilização da pista pelos pedestres, gerando alto risco para estes e lentidão para o trânsito de veículos. Na Figura 10.13, mostra-se uma rua comercial do centro de São Paulo na qual se eliminou o trânsito de veículos.

A área de pedestres tem outros componentes importantes:

- ruas de trânsito seletivo – devem ser vias adjacentes às ruas de pedestres e sua função é garantir o acesso à área de pedestres por meio de transportes coletivos (ônibus e táxis);
- ruas de serviço – devem ser vias menos restritas aos veículos, com horário especial para operações de carga e descarga e acesso para veículos de serviço público (bombeiros, ambulâncias, veículos blindados, etc.);
- estacionamentos – para atender as necessidades dos usuários de automóveis particulares;
- terminais de passageiros e de carga.

Habitualmente, nas pequenas áreas de pedestres (sobretudo nas existentes na periferia), somente se encontram ruas de pedestres sem os demais componentes. Neste caso, deve-se garantir o acesso a veículos de serviço e a segurança da área.

Outros benefícios da criação de ruas de pedestres, além da redução do número de acidentes de trânsito, são:

- aumento da capacidade de circulação da via mediante a substituição de um modo de pequena capacidade (o automóvel) por um de grande capacidade (o pedestre) e facilita o acesso aos ônibus, também de grande capacidade em relação à área que ocupam;
- aumento do comércio, em função de um maior atrativo econômico dos estabelecimentos localizados em ambos lados da rua;
- preservação dos locais históricos, pela redução do trânsito de veículos; e
- redução dos níveis de poluição sonora, visual e atmosférica.

As únicas desvantagens estão relacionadas com os gastos do projeto e da execução das obras, incluindo a mudança do

FIGURA 10.12
CANTEIRO CENTRAL SEPARADOR DE FLUXO DE VEÍCULOS
AVENIDA SALIM MALUF – SÃO PAULO

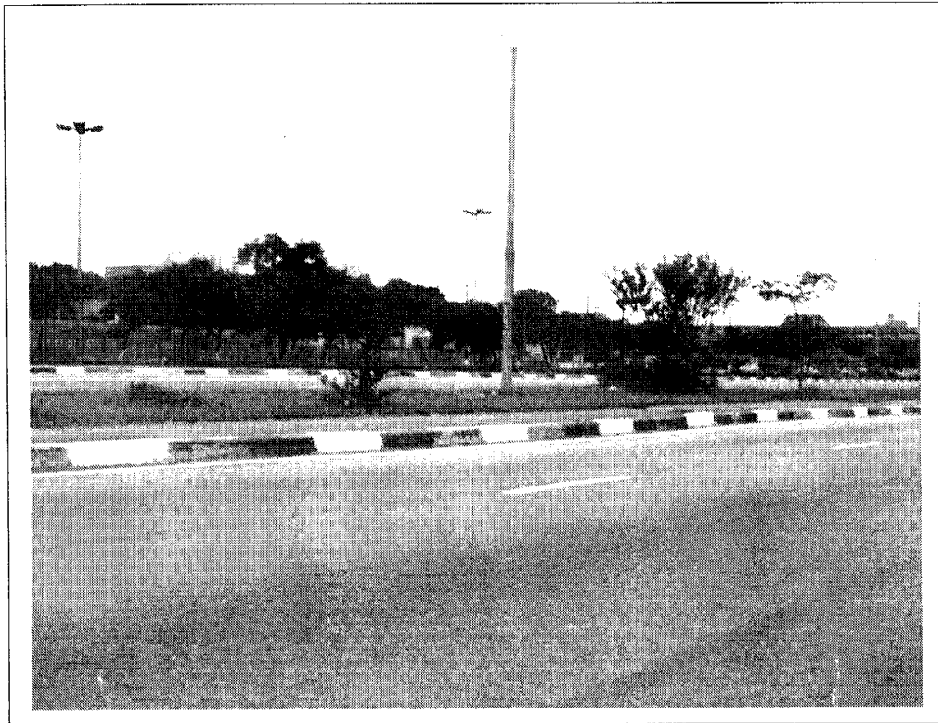
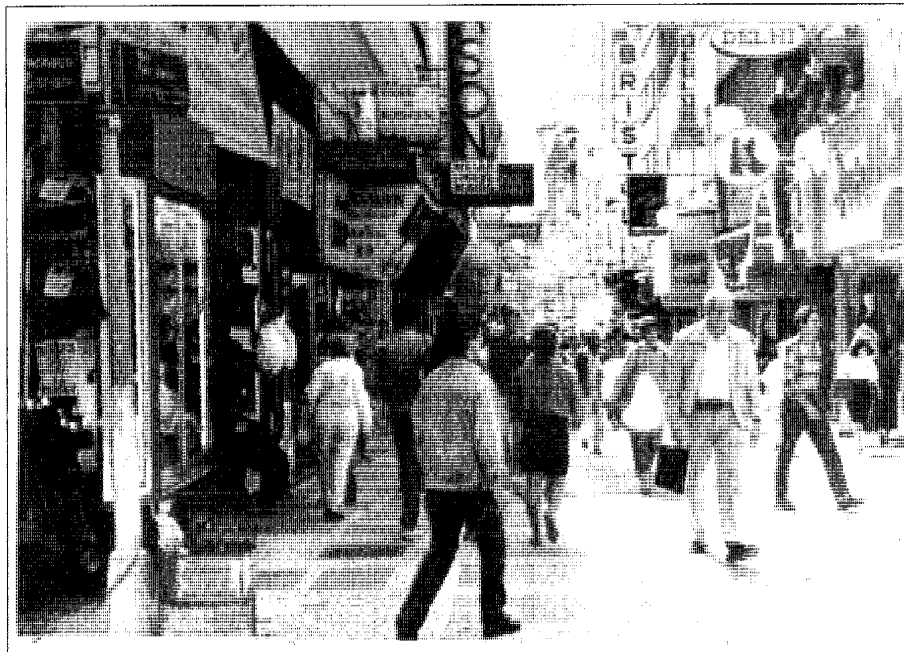



FIGURA 10.13
RUA DE PEDESTRES
RUA SÃO BENTO – SÃO PAULO

asfalto para um pavimento especial e os gastos da reurbanização. Em compensação, a médio prazo, aumenta-se a arrecadação de impostos devido ao aumento do comércio no local. Deve-se ter cuidado com o desvio do trânsito motorizado para outras ruas vizinhas, onde pode provocar acidentes. Em certos casos, procedeu-se à interdição da via que seria transformada em rua de pedestres, durante um período, para avaliar diretamente as conseqüências da mudança do trânsito motorizado, antes da implantação definitiva do projeto da rua de pedestres.

10.3 Projetos geométricos para a canalização de veículos

Implantação de ilhotas

As ilhotas são áreas bem definidas, situadas entre as faixas de circulação de trânsito, destinadas a orientar os movimentos de veículos e servir de refúgio aos pedestres. Têm os seguintes objetivos:

- controlar o ângulo de conflito;
- reduzir a área de conflito;
- criar zonas de refúgio;
- ordenar os fluxos de trânsito;
- controlar a velocidade;
- dificultar as manobras proibidas;
- localizar e proteger os dispositivos de controle de trânsito; e
- apoiar a travessia de pedestres.

Segundo suas funções, estas ilhotas podem ser classificadas em divisórias e direcionais. As ilhotas divisórias, que separam os sentidos de trânsito iguais ou contrários, são implantadas em vias secundárias, nas proximidades de interseções, para ordenar os movimentos de conversões e criar faixas de espera para as conversões à esquerda. As ilhotas direcionais servem para manter os veículos em trajetórias adequadas, de forma que as conversões na interseção se realizem nas áreas previstas e com os ângulos e velocidades mais convenientes. Também são utilizadas para ocupar zonas nas quais se quer impedir a circulação de veículos.

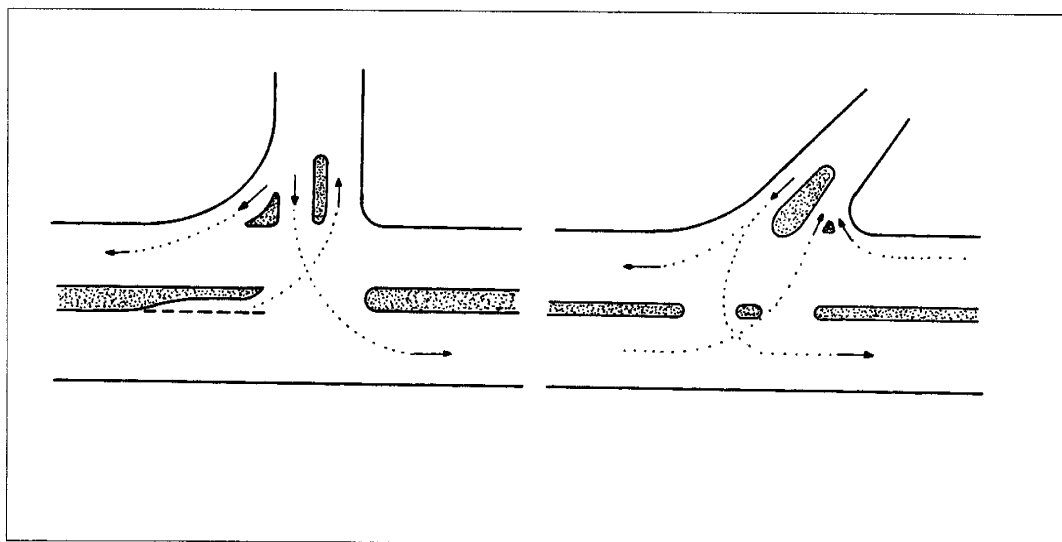
Os movimentos em conflito nas áreas muito espaçosas e pavimentadas podem ser eliminados mediante a construção de ilhotas nas partes menos utilizadas e assim reduzir a dispersão dos veículos.

As ilhotas podem ter várias formas e tamanhos, dependendo evidentemente das condições e dimensões da interseção (Figura 10.14).

O formato básico das ilhotas pode ser deduzido mediante gabaritos de trajetórias de conversões previstas para os veículos de projeto, confeccionados a partir da trajetória que a roda dianteira esquerda e a roda traseira direita realizam para diversos veículos com comprimento e largura próprios. Na maioria dos casos (principais conexões dentro da área urbana, áreas comerciais e de uso de solo misto e terminais de carga), o gabarito necessário para a manobra de um caminhão semi-reboque de tamanho médio é suficiente e seguro.

As Figuras 10.15 a 10.17 mostram um exemplo cuja configuração geométrica se dá através da canalização de ilhotas desenhadas mediante reproduções no papel transparente, destes gabaritos.

As ilhotas devem ser desenhadas de forma a não confundir os condutores. As soluções de canalização devem ter um número pequeno de ilhas grandes ao invés de utilizar um número grande de ilhotas. As ilhotas devem ter um tamanho suficiente para chamar a atenção do condutor, extremidades arredondadas e uma área mínima de 4,5 m^2 (preferivelmente, de 7,0 m^2). As ilhotas com forma de gota devem

FIGURA 10.14
EXEMPLOS DE ILHOTAS SEPARADORES DE FLUXOS

ter uma largura mínima de 1,0 m e um comprimento de 3,5 a 6,0 m, ainda que em certos casos se possa admitir uma largura de 0,5 m. As ilhotas triangulares devem ter um lado mínimo de 2,4 m (preferivelmente, de 3,0 m).

Faixas de mudança de velocidade (aceleração e desaceleração)

Essas faixas são acrescentadas à pista de uma rodovia, via rápida ou artéria primária, e permitem ao condutor fazer a mudança de velocidade necessária para entrar em uma via secundária ou incorporar-se ao tráfego de uma via principal; neste sentido, essas faixas são imprescindíveis à segurança. Compõem-se de trechos, um de transição, de largura constante, e outro de largura variável.

O trecho de largura variável é calculado admitindo-se o deslocamento lateral do veículo a uma velocidade de 1,0 m/seg. Adotando-se a largura da faixa de mudança de velocidade (faixa de transição) entre 3,0 e 3,5 m, considera-se que o veículo demora a percorrer o trecho de largura variável entre 3,0 e 3,5 segundos.

A Tabela 10.1 apresenta a correlação entre a velocidade de projeto e o comprimento do trecho de transição.

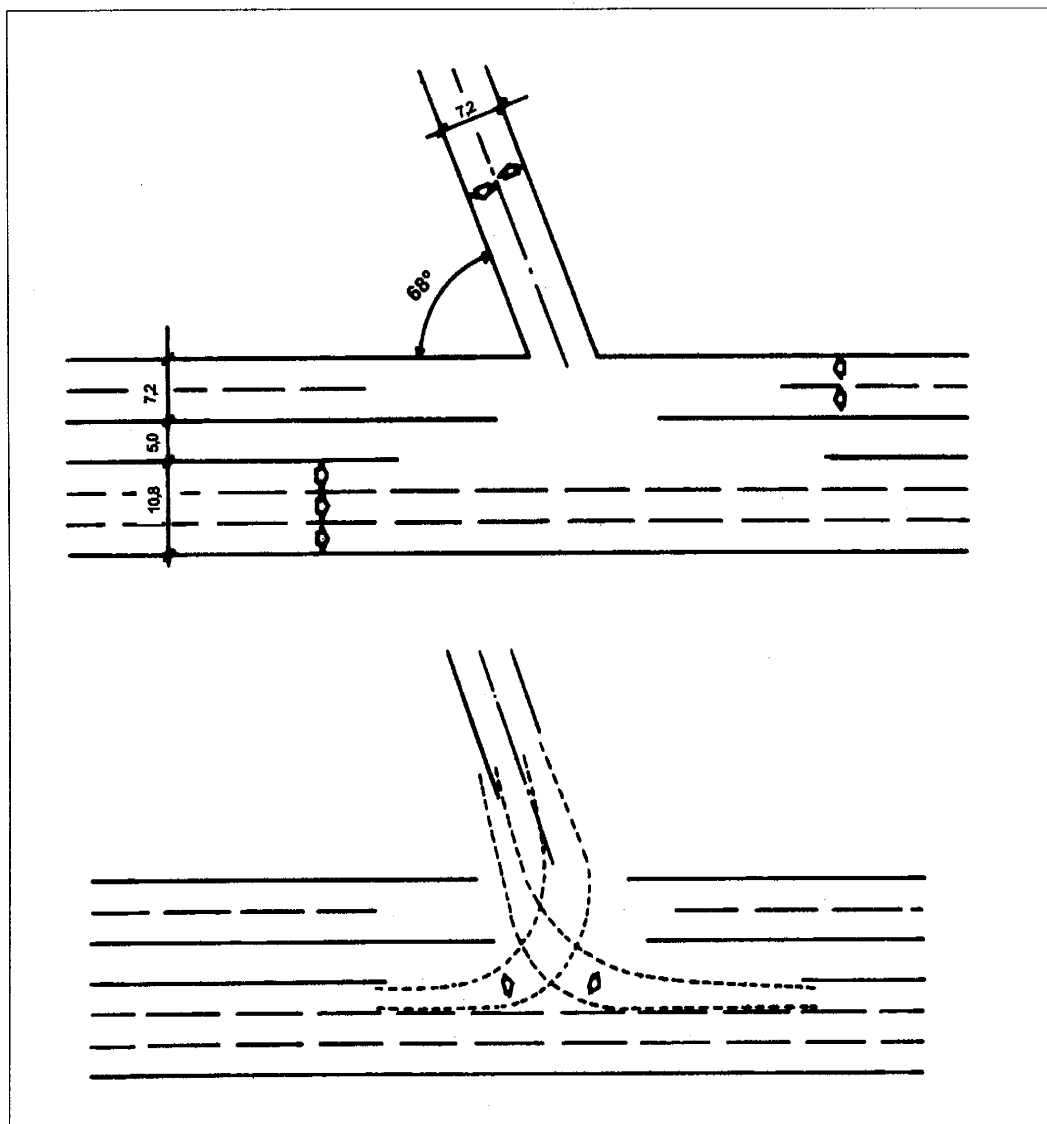
FIGURA 10.15
DIMENSIONAMIENTO DE ILHAS (1):
TRANSFERÊNCIA DAS TRAJETÓRIAS DA CURVA DO GABARITO PARA A PLANTA

Fonte: CET, Boletim Técnico No. 15, p.66.

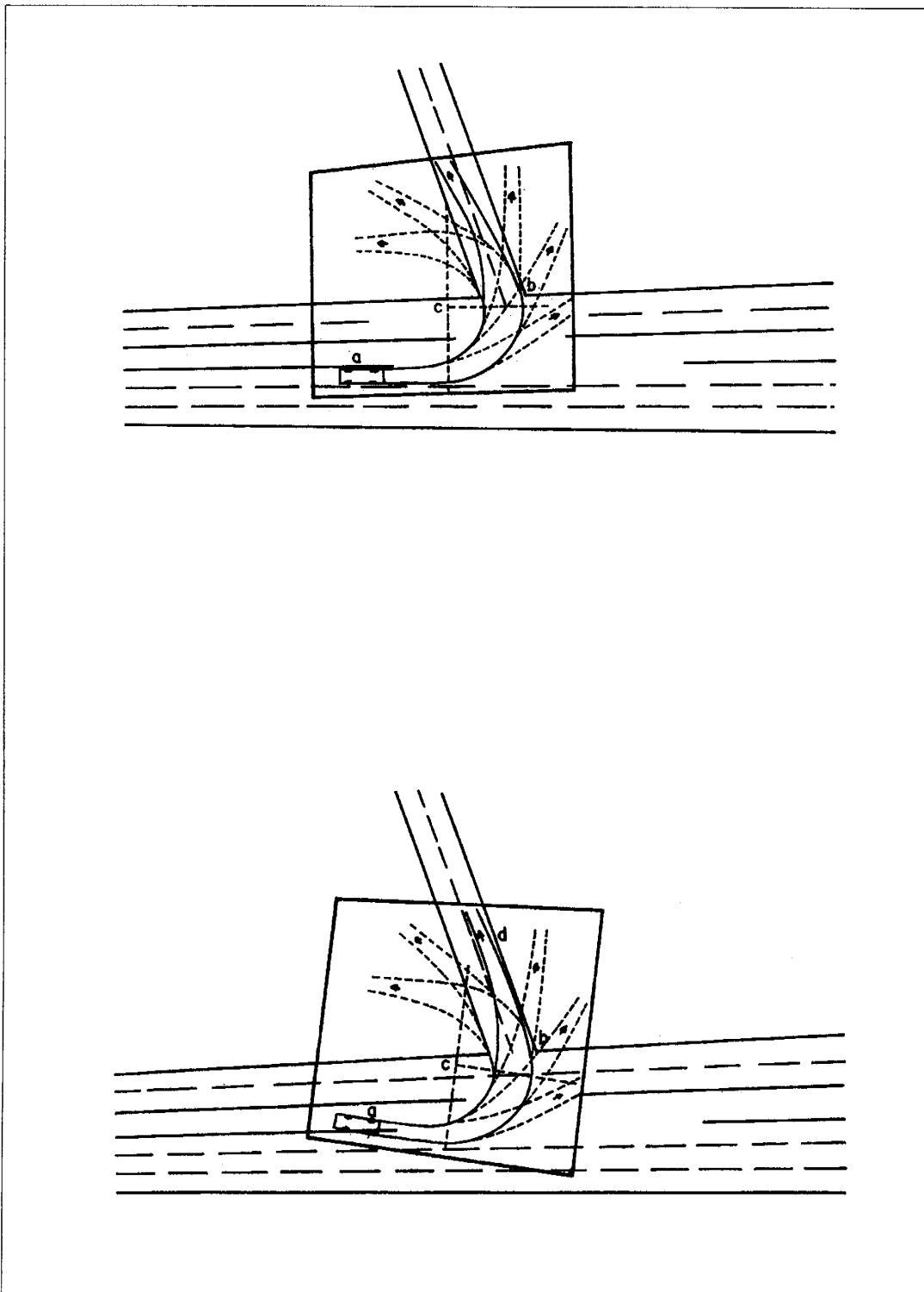
FIGURA 10.16
DIMEMSIONAMENTO DE ILHAS (2):
UTILIZAÇÃO DOS GABARITOS PARA ÂNGULOS "QUEBRADOS"

Fonte: CET, Boletim Técnico No. 15, p.67.

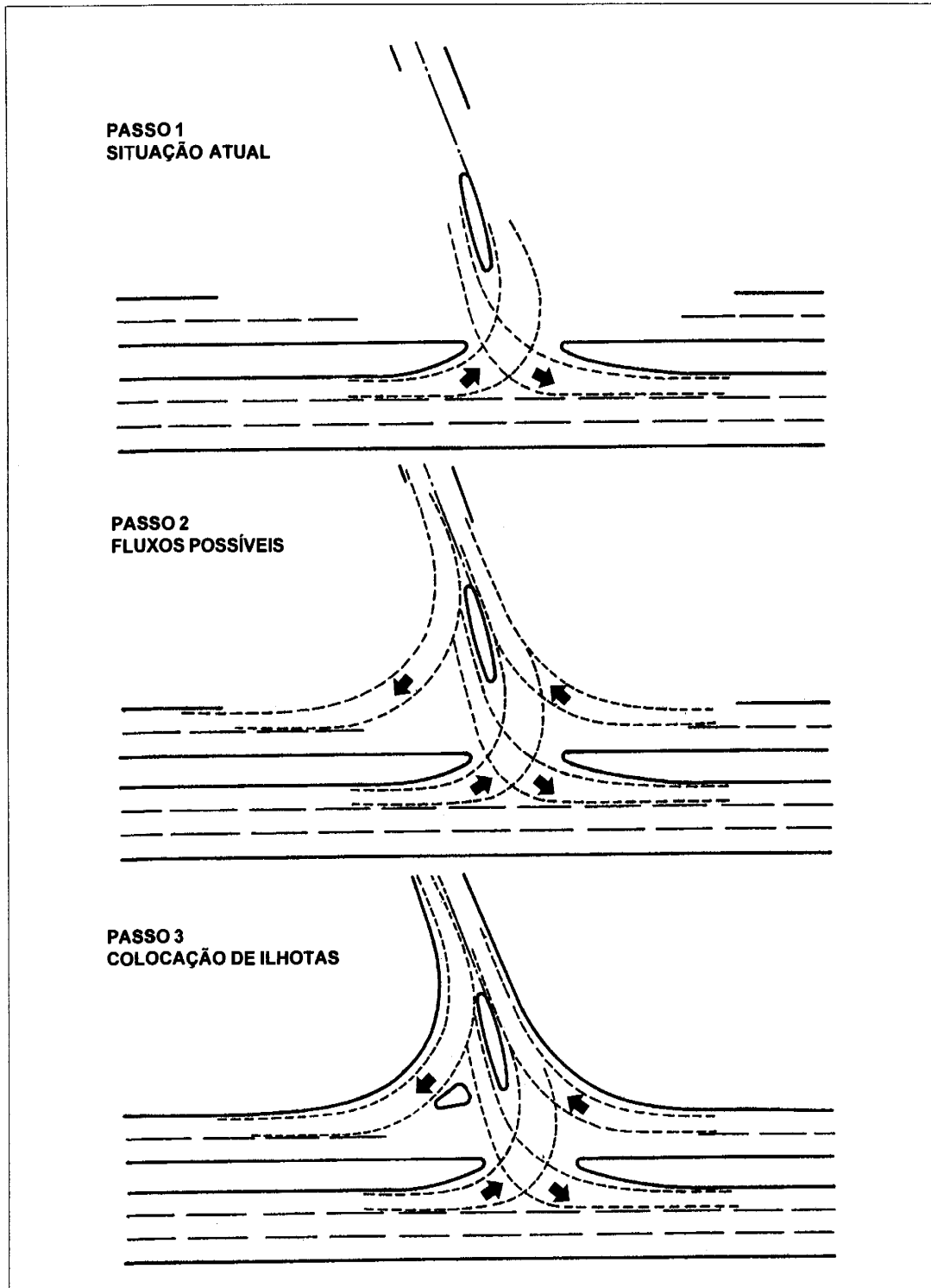
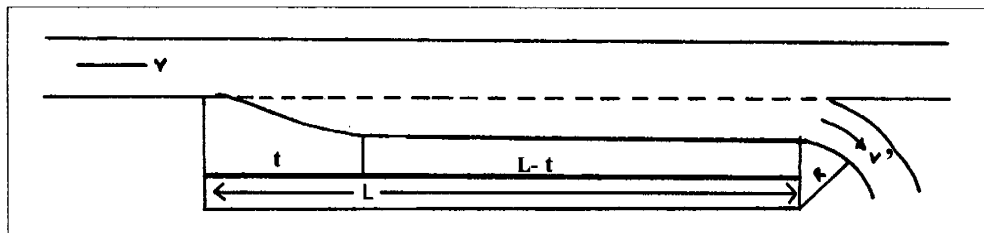
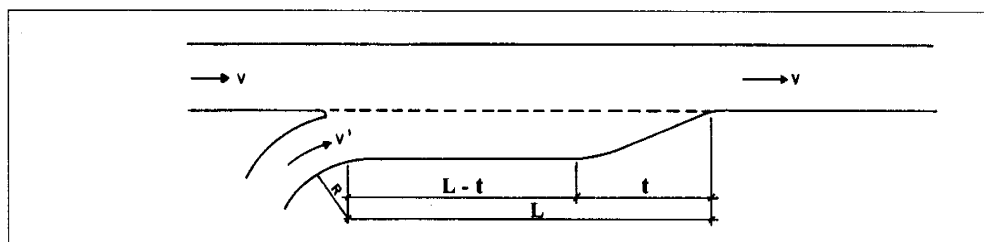
FIGURA 10.17
DIMENSIONAMENTO DE ILHAS (3):
DESENVOLVIMENTO DA CANALIZAÇÃO PARA AJUSTE ÀS TRAJETÓRIAS DAS CURVAS

Fonte: CET, BoletimTécnico No. 15, p.68.

TABELA 10.1
FAIXAS DE ACELERAÇÃO E DESACELERAÇÃO:
RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE E COMPRIMENTO DA FAIXA DE TRANSIÇÃO

Velocidade de projeto da rodovia (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Comprimento mínimo da transição (m)	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Comprimento preferível (m)	40	45	55	60	70	75	85	90	100

Fonte: Campos (1979), p.126.

De maneira esquemática, teremos para a faixa de desaceleração:

De forma análoga, teremos para a faixa de aceleração:

Onde:

V = velocidade de operação da via principal ou rodovia

V'= velocidade de operação da curva de raio R

L = comprimento da faixa de desaceleração

R = raio da curva de conversão

t = comprimento de largura variável

L-t= comprimento do trecho de transição

Outra variável que pode entrar no cálculo da faixa de aceleração é o volume de trânsito direto, de tal modo que, para altos volumes, haja uma faixa mais longa a fim de permitir que os veículos, da via secundária se incorporem à principal sem necessidade de parada ou redução acentuada de velocidade. Admite-se que a velocidade de entrada V' é igual à velocidade de operação na via principal (V).

A Tabela 10.2 provê o comprimento das faixas de aceleração e desaceleração em função das velocidades do projeto.

Superelevação

Trata-se da inclinação transversal da pista em curvas, o qual tem por objetivo evitar a capotagem do veículo para fora da pista. A superelevação garante o equilíbrio entre as forças centrípeta e centrífuga através do componente de força-peso.

A taxa mínima da superelevação, segundo as normas brasileiras, é de 2%, valor que se aplica em trechos em tangente. A taxa máxima varia segundo a classe da via, sendo de 10% para as estradas de classe especial e de 8% para as demais classes; para os trechos urbanos aplica-se a taxa máxima de 6% e para os percursos rurais, normalmente, não excede a 8% (podendo chegar a 12% em casos excepcionais).

Um problema que se encontra nas cidades brasileiras é a inclinação transversal das seções das vias (Figura 10.18). Este tipo de seção é aceitável em trechos de reta (tangente); no entanto, também é adotado para os percursos em curva, podendo resultar em superelevação negativa, ou seja, que o lado externo da curva fique mais baixo, ao invés de mais alto, o que provoca acidentes nas vias rápidas. O valor correto da taxa de superelevação a ser adotada depende diretamente do raio da curva. A Figura 10.19 provê a taxa de superelevação em função do raio da curva e da velocidade da operação.

A variação da superelevação a partir do trecho em tangente, para o trecho em curva, para o trecho em espiral (se houver) e de volta ao trecho em tangente, também é um elemento importante no projeto. Como este cálculo implica em alguns conceitos que fogem ao âmbito deste Guia, recomenda-se a leitura das "Normas para o Projeto Geométrico de Vias Urbanas", (DNER 1974), que ampliam as explicações dadas aqui e apresentam outros elementos vinculados ao projeto geométrico, incluindo aspectos preventivos de segurança, a necessidade da curva espiral, do alargamento do pavimento nas curvas e da distância de visibilidade.

TABELA 10.2
COMPRIMENTO DE PROJETO DAS FAIXAS DE MUDANÇA DE VELOCIDADE PARA DECLIVES SUAVES DE 2% OU MENOS

Velocidade de projeto da curva de conversão (km/h)		Parada	20	30	40	50	60	70	80
Raio mínimo da curva de conversão (m)		-	10	25	45	80	110	150	200
Velocidade de projeto da estrada (km/h)	Comprimento do trecho de largura variável (m)		Comprimento total da faixa de desaceleração, incluindo o trecho de largura variável, para todas as estradas primárias						
40	40	60	40	-	-	-	-	-	-
50	45	80	50	45	-	-	-	-	-
60	55	90	70	65	55	-	-	-	-
70	60	110	90	85	75	60	-	-	-
80	70	120	100	95	80	70	-	-	-
90	75	130	120	110	100	85	75	-	-
100	85	140	130	125	115	100	85	-	-
110	90	150	140	135	125	110	100	90	-
120	100	160	150	140	130	115	110	105	100
Velocidade de projeto da estrada (km/h)	Comprimento do trecho de largura variável(m)		Comprimento total da faixa de aceleração, incluindo o trecho de largura variável						
Caso I – Estradas de trânsito intenso									
40	40	60	40	-	-	-	-	-	-
50	45	90	70	60	45	-	-	-	-
60	55	130	110	100	70	55	-	-	-
70	60	160	150	140	120	90	60	-	-
80	70	230	210	200	180	140	100	70	-
90	75	280	250	240	220	190	140	100	75
100	85	340	310	290	280	240	200	170	110
110	90	390	360	350	320	290	250	200	160
120	100	430	400	390	360	330	290	240	200
Caso II – Estradas de trânsito pouco intenso									
40	40	40	-	-	-	-	-	-	-
50	45	50	45	-	-	-	-	-	-
60	55	80	60	55	-	-	-	-	-
70	60	120	100	90	60	-	-	-	-
80	70	160	140	130	110	70	-	-	-
90	75	200	180	170	140	100	75	-	-
100	85	250	220	210	190	180	120	85	-
110	90	300	260	250	230	200	150	100	90
120	100	330	300	290	260	240	190	140	100

Fonte: Campos (1979), p.134.

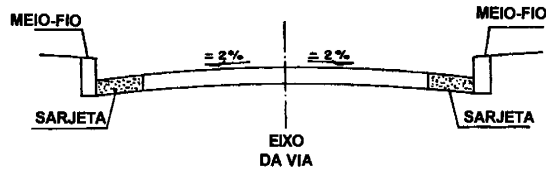
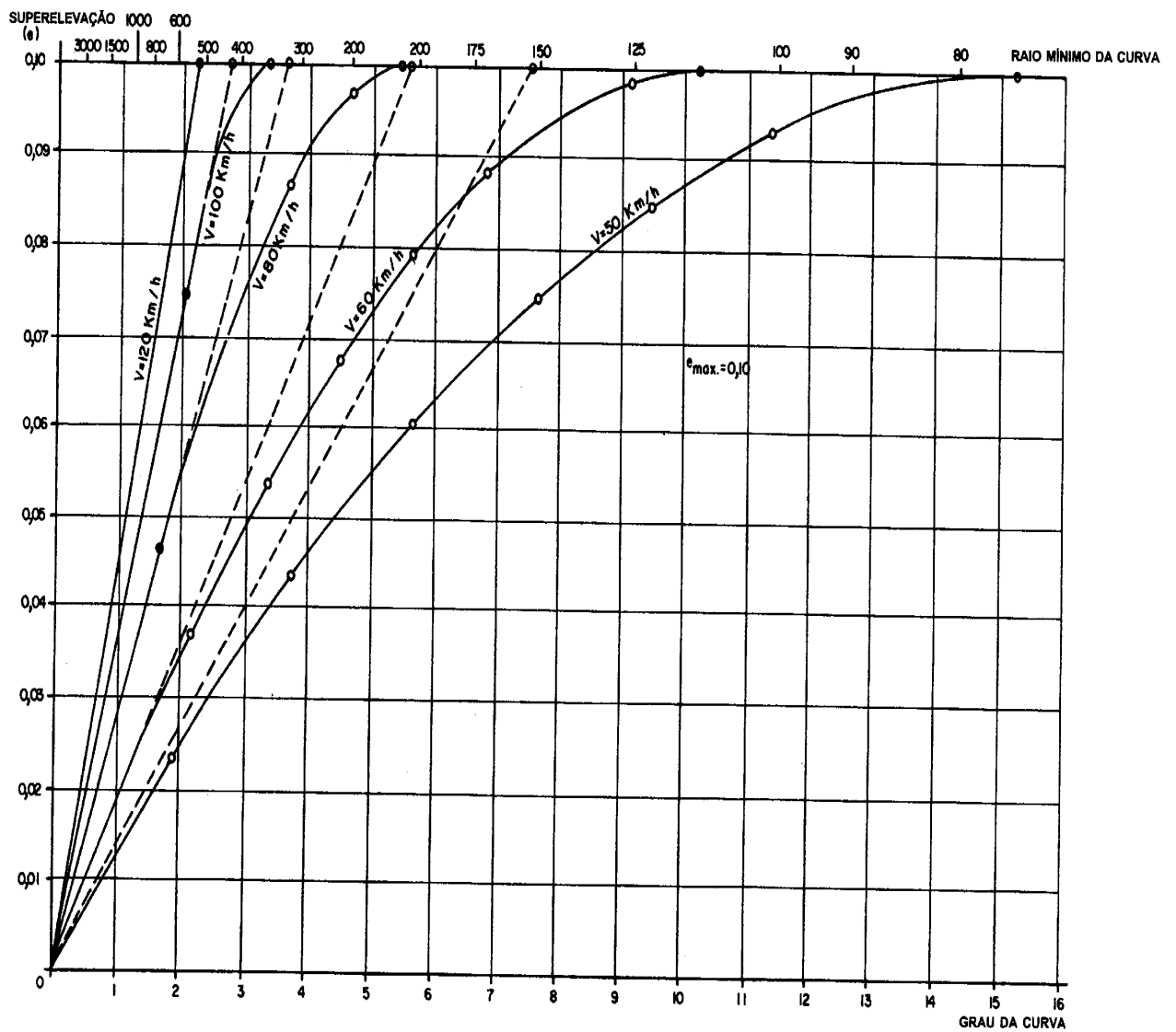
FIGURA 10.18
INCLINAÇÃO TRANSVERSAL DA VIA

Fonte: Campos (1979), p. 97.

FIGURA 10.19
RAIO DA CURVA HORIZONTAL E SUPERELEVAÇÃO

Fonte: Campos (1979), p. 98.

10.4 Reorganização dos movimentos de veículos

Neste item, serão analisadas as medidas que são implantadas para minimizar ou impedir os conflitos entre veículos, fazendo referência à definição de via preferencial, aos semáforos, à sinalização intermitente, ao sentido único de circulação, à proibição de conversões, aos estreitamentos de pista e às minirrotatórias.

Definição da via preferencial

Em um cruzamento de duas ou mais vias, a ausência de sinalização da via preferencial pode resultar em acidentes.

Os critérios – que devem ser analisados em conjunto – para determinar a via preferencial são:

- volume de veículos das vias (maior volume = via preferencial);
- conhecimento do local;
- aspectos topográficos (visibilidade, subida ou descida, etc.);
- presença de valeta de drenagem nas vias, junto ao cruzamento; e
- vias que são itinerário de ônibus ou de veículos de carga.

Uma vez definida a via preferencial, procede-se com a sinalização das demais vias que chegam ao cruzamento. O primeiro equipamento a ser instalado na(s) via(s) secundária(s) é o sinal de PARE, exceto nos casos em que o volume de veículos justifique a instalação de semáforos. Se a geometria do cruzamento é irregular, pode-se pintar no solo a legenda PARE com uma linha de retenção e/ou linha dupla amarela e linha de aproximação, como apresentado na Figura 10.20 (veja também o item 8.5).

Normalmente, estipula-se a localização do sinal PARE na esquina, em postes simples, a uma altura de 2,80 m do solo. Caso existam interferências visuais no cruzamento, como árvores (especialmente), placas, bancas de jornais, postes, cabines telefônicas ou caixas de correio, recomenda-se instalar o sinal em um suporte projetado em coluna própria ou em um poste de suporte da rede elétrica, a uma altura de 4,50 m do solo, medida que teve bons resultados na Cidade de São Paulo (ver Figura 10.21).

FIGURA 10.20
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL REFORÇANDO A MENSAGEM DA PLACA R-1 ("PARE")

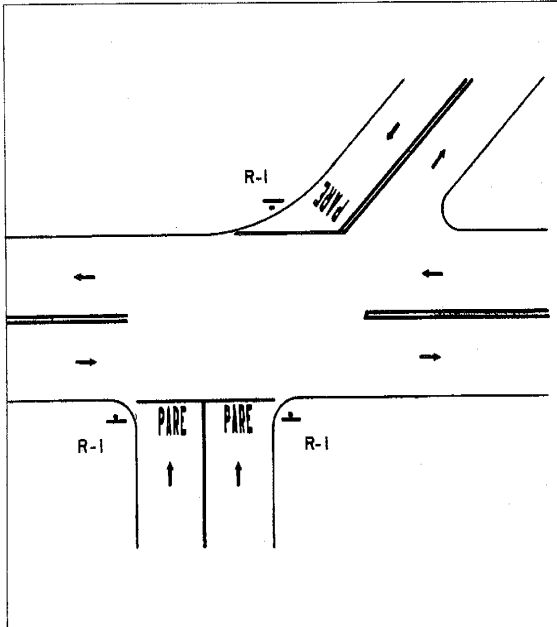



FIGURA 10.21
SINAL "PARE" EM BRAÇO PROJETADO
RUA LINO COUTINHO x RUA LIMA E SILVA

Se mesmo instalando o sinal PARE, o índice de acidentes continuar sendo significativo, mantendo-se o volume de veículos no mesmo nível, requer-se a instalação de outros equipamentos, como a minirrotatória (descrita adiante).

Em certas interseções, pode haver acessos secundários à via principal, em ângulos e condições de visibilidade que permitem ao condutor tomar a decisão de deter-se ou entrar na via principal, a uma velocidade razoável, em função da proximidade do veículo que vem pela via principal. Nestes casos, recomenda-se a instalação de uma placa (R-2) DÊ A PREFERÊNCIA (cujo símbolo, no Brasil, é um triângulo invertido sem legenda). Devido ao desconhecimento por uma grande parte dos condutores deste sinal, cuja mensagem não está explícita, deve-se colocar sob a placa, e no mesmo suporte, outra placa que diga DÊ A PREFERÊNCIA, solução que já foi adotada pelo DNER e pela CET.

Uma sugestão válida para complementar esta sinalização (sinais de PARE e DÊ A PREFERÊNCIA) é a implantação conjunta do projeto-visão (descrito adiante) no cruzamento.

Os semáforos

A - Semáforos para pedestres

Critério para a implantação

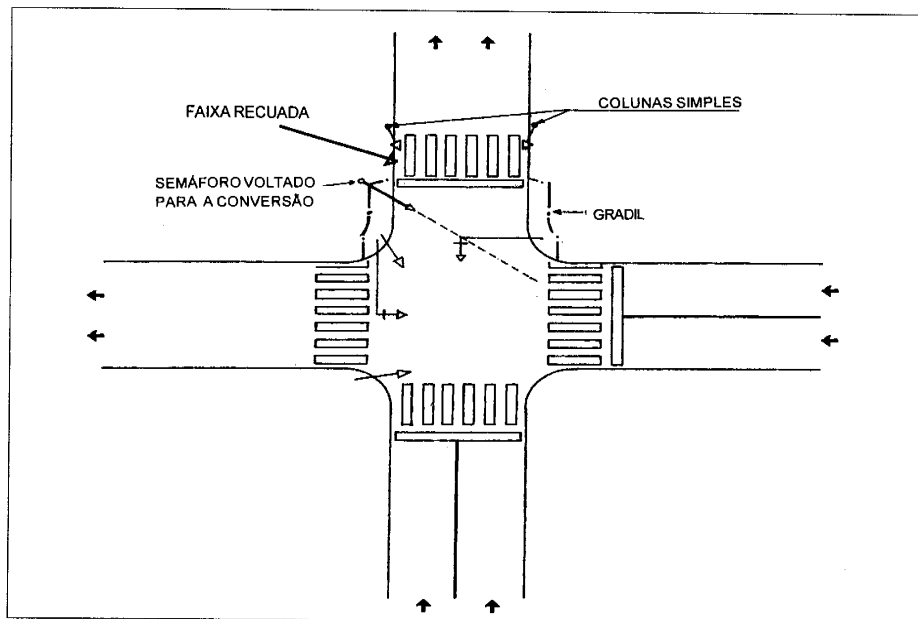
A implantação de semáforos para pedestres deve ser precedida de uma avaliação de critérios sobre a necessidade real de sua instalação. É comum encontrar semáforos para pedestres funcionando com tempos mortos, em locais de baixo volume de veículos ou em ciclos contínuos, onde só há travessia de pedestres em determinados horários. Estes feitos contribuem para a desobediência dessa sinalização por parte dos condutores, pondo a vida do pedestre em risco.

O *Manual de Semáforos* (CET/CONTRAN/DENATRAN, 1978) recomenda os seguintes volumes mínimos para a implantação de uma faixa de travessia para pedestres controlada por semáforos: 250 pedestres por hora em ambos sentidos da travessia e 600 automóveis por hora, quando a via é de sentido duplo sem divisor central; ou 1.000 veículos por hora, quando a via possui um divisor central de no mínimo 1,0 m de largura. Pode haver casos que requeiram a instalação de um semáforo com volumes inferiores aos citados, como o caso do volume de veículos contínuo e sem brechas para a travessia livre e segura dos pedestres (semáforos de ativação manual).

Localização do semáforo

Sempre se deve procurar deixar o semáforo na linha natural de travessia dos pedestres. A prática tem demonstrado que os pedestres relutam em aceitar caminhar até um local considerado seguro pelos engenheiros de tráfego, caso o local esteja fora da linha desejada. A menos que a travessia seja impossível, muitos pedestres preferem enfrentar os riscos de cruzar pela linha desejada que caminhar 50 ou 100 m até um semáforo.

Um caso especial de travessia com semáforo é a faixa de pedestres recuada da interseção. Consiste em uma travessia com semáforo, a alguns metros da interseção em locais com grandes volumes de conversões de veículos, nos quais seria impossível implantar uma fase para pedestres, parando todos os fluxos de veículos, por problemas de restrição de capacidade. O correto desempenho deste dispositivo está diretamente vinculado à adequada localização da faixa de travessia de pedestres em relação à interseção (Figuras 9.25 e 10.22).

FIGURA 10.22
FAIXA RECUADA DE TRAVESSIA DE PEDESTRE

Evidentemente, isto varia em função de cada local, pois depende do volume de conversões feitas por veículos, da capacidade da via, da disposição geométrica e de outros fatores. A distância entre o semáforo e a transversal deve permitir que os veículos efetuem uma conversão sem bloquear o cruzamento. Uns 15 m podem ser aceitáveis, dependendo do local.

Como mencionado, os pedestres tendem a não caminhar até uma faixa de pedestres deslocada, longe de sua travessia habitual. A Avenida Radial Leste em São Paulo possui várias faixas de travessia de pedestres distantes da interseção. No cruzamento com a Rua do Hipódromo, a distância entre a travessia e a interseção é de 23m, e os pedestres não costumam respeitar a travessia. A interseção seguinte, com a Avenida Almirante Brasil, possui características semelhantes, porém a distância é de apenas 14 m e a travessia com semáforo é muito mais utilizada.

Devem-se tomar precauções na localização dos semáforos distantes da interseção, já que os condutores de veículos da via transversal têm que enxergá-los e tomar a decisão de parar no momento em que estão efetuando a conversão. Recomenda-se instalar um foco repetidor antecipado e orientado a estes veículos conforme a Figura 10.22. Outro problema é a abertura ou fechamento da fase do semáforo, para os condutores de veículos na via que recebe este tipo de faixa de travessia de pedestres. Como os focos para veículos da interseção e os de travessia para pedestres estão bastante próximos, os condutores que se aproximam costumam confundir-se e obedecer ao semáforo de veículos da faixa de travessia de pedestres, o que pode provocar situações perigosas quando a abertura e o fechamento destas duas aproximações não são simultâneos. Uma solução para estes casos, implantada com relativo êxito em São Paulo, consiste em deixar os semáforos da interseção bastante visíveis, com dois focos projetados e dois repetidores, enquanto que na travessia para pedestres apenas se utilizam focos para veículos em colunas simples, ainda que visíveis principalmente por quem está próximo da travessia para pedestres ou efetuando uma conversão pela via transversal.

Deve-se utilizar gradil ou floreiras para a canalização de pedestres até a faixa de travessia de pedestres e, se for possível, utilizar orientadores de travessia. Essas pessoas deverão permanecer na interseção orientando os pedestres na utilização da travessia recuada. Em São Paulo, a utilização de estagiários como orientadores deu resultados satisfatórios. Em outros casos, policiais, voluntários ou funcionários de escolas podem desempenhar estas funções.

Programação dos semáforos

A seguir se apresenta uma metodologia para a programação dos semáforos para pedestres utilizada em São Paulo na época da redação deste trabalho. Existem variações desta metodologia no Brasil e outros países, sendo, inclusive, os tempos e os princípios adotados motivo de debate entre os profissionais da área. Os tempos de travessia para pedestres não devem ser excessivos, pois sendo assim geram desobediência ao semáforo por parte dos condutores. O cálculo de tempo mínimo de travessia depende da largura da pista e do tipo de pedestre. Para efeitos de cálculo do tempo mínimo, admitem-se as seguintes velocidades adotadas pelo DNER:

- velocidade média (adulto normal) 1,3 m/segundo
- velocidade mínima (crianças e idosos) 1,1 m/segundo

Devem-se acrescentar 2 segundos devido ao tempo de reação do pedestre e com outros 2 segundos quando há um número muito alto de pedestres.

A fase verde para pedestres deve ser seguida de uma fase em vermelho intermitente cuja função é alertar aos pedestres, da mesma forma que a fase amarela para os condutores. Para o cálculo deste tempo, pode-se admitir que os pedestres caminharão mais rapidamente nesta fase, com uma velocidade na ordem de 1,6 m/segundo. A seguir, calculam-se, como exemplo, as fases em verde e vermelha intermitentes para pedestres (adultos) em uma pista de 10 m de largura com um grande volume de pedestres.

FASE VERDE

Tempo de reação .... 2,0 seg

Tempo normal de travessia: 10m / 1,3m/seg ...... 7,7 seg

Adicional para grande volume .... 2,0 seg

Subtotal .... 11,7 seg

FASE VERMELHA OU INTERMITENTE

Subtotal: 10m / 1,6m/seg .... 6,3 seg

TEMPO TOTAL PARA A TRAVESSIA

Verde 11,7 seg + Intermitente 6,3 seg .... 18,0 seg

Além disso, deve haver uma pequena fase de vermelho geral (de 1 a 2 segundos) entre o fechamento da fase verde para veículos e a abertura da fase verde para pedestres e, de novo, no fechamento da fase verde para pedestres e na abertura para os veículos, a fim de liberar a área de possível conflito de veículos e pedestres, respectivamente.

Quando o semáforo está no meio de uma quadra, em vias de grande volume, e existem semáforos nas interseções anteriores e/ou posteriores, deve-se verificar a possibilidade de sincronizar o semáforo para pedestres com os semáforos das interseções, para evitar a interrupção dos pelotões de veículos.

No caso de semáforos em interseções que requerem uma fase especial para pedestres (vermelho para todos os veículos), devem-se localizar os focos de forma que os condutores que esperam em uma aproximação não possam ver a fase que há na via transversal. Muitas vezes, os condutores, que percebem o início da fase em vermelho da via transversal, invadem a interseção antes que o semáforo se abra para eles, desrespeitando o semáforo para pedestres. Uma boa maneira de dificultar a visão do semáforo da transversal é situá-lo antes da interseção. Outra é a utilização de pestanas mais adequadas e ângulos de localização dos semáforos que limitem a visão dos focos apenas aos condutores que devem vê-los.

Semáforo de ativação manual (botoeira) para pedestres

Este dispositivo apresenta a vantagem de interromper o fluxo de veículos apenas quando é realmente necessário, ou seja, quando é solicitado por um pedestre que deseja atravessar. Este tipo de semáforo normalmente é mais respeitado. Deve-se utilizá-lo em locais de difícil travessia que possuam horários específicos de travessia de pedestres, como são as escolas, as fábricas, e com uma demanda baixa e aleatória de pedestres em outros horários. Esse semáforo apresenta uma desvantagem quando os pedestres o ativam a intervalos curtos. Como o semáforo deve permanecer aberto aos veículos por um tempo mínimo programado, pode demorar-se a abrir para o pedestre e este então decide atravessar sem esperar sua fase. Assim, quando aparece a fase em vermelho para os veículos, já não há pedestres à vista e os condutores não obedecem ao sinal. Este problema é comum quando o fluxo de veículos apresenta freqüentes brechas.

Semáforo automático para pedestres no meio de uma quadra

Este tipo de equipamento só se justifica quando existem travessias durante todo o dia, sem permitir que o semáforo funcione com ociosidade, o qual geraria desobediência por parte dos condutores.

B - Semáforo para veículos em uma interseção

Critérios de implantação

O Manual de Semáforos (CET/CONTRAN/DENATRAN, 1978)[3] estabelece critérios que justificam a implantação de um semáforo em uma interseção. Entre eles destacam-se três:

1 - Valores mínimos de volume de veículos para implantação de semáforo (Tabela 10.3)
Estes volumes deverão ser as médias das 8 horas de maior volume na interseção.

TABELA 10.3
FLUXOS MÍNIMOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SEMÁFOROS – GERAL

Nº de faixas de trânsito por aproximação		Veículos/hora na via preferencial nos dois sentidos	Veículos/hora na via secundária na aproximação mais carregada
Via preferencial	Via secundária		
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Fonte: CET/CONTRAN/DENATRAN, 1978, p.42

2 - Interrupção de trânsito contínuo (Tabela 10.4)
Neste critério, ainda que na via secundária o volume não alcance os valores mínimos estipulados no critério I (fluxos mínimos de volume de veículos), o volume da via principal pode chegar a valores que dificultam sua travessia, para condutores da via secundária. Os volumes equivalentes mínimos para esta situação são dados na Tabela 10.4.

TABELA 10.4
FLUXOS MÍNIMOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SEMÁFOROS – GRANDES FLUXOS NA VIA TRANSVERSAL

Nº de faixas de trânsito por aproximação		Veículos/hora na via preferencial nos dois sentidos	Veículos/hora na via secundária na aproximação mais carregada
Via preferencial	Via secundária		
1	1	750	75
2 ou mais	1	900	75
2 ou mais	2 ou mais	900	100
1	2 ou mais	750	100

Fonte: CET/CONTRAN/DENATRAN, 1978, p.44

3 - Índice de acidentes

A existência de um elevado índice de acidentes pode justificar a implantação de um semáforo em interseções com fluxos menores. Deve-se verificar se esses acidentes são do tipo corrigíveis por semáforo ou se com outros dispositivos menos radicais e de menor custo (obstáculo, minirrotatória ou semáforo intermitente) seria possível resolver o problema.

Programação dos semáforos

Ao programar os semáforos, é conveniente tomar precauções a fim de aumentar a segurança. Deve-se:

- evitar os longos ciclos, que muitas vezes geram fases mortas ou esperas excessivas que conduzem à desobediência do semáforo;
- utilizar, sempre que possível, controladores com ciclo variável em função da demanda ou de horários pré-estabelecidos;
- sincronizar os semáforos sucessivos para minimizar a interrupção do fluxo de veículos;
- nas vias de alta velocidade, fazer a sincronização de forma que o pelotão de veículos receba a nova fase em verde apenas quando já estiver perto da aproximação para diminuir a velocidade de chegada à interseção; e
- em interseções com histórico de acidentes ou com elevado potencial, deve-se comprovar que os tempos de amarelo e vermelho geral são os corretos, utilizando as Tabelas 10.5 e 10.6.

TABELA 10.5
TEMPOS DE AMARELO

Tipo de via	Velocidade real (km/h)	Tempo de amarelo (segundos)
Secundária	40	3
Preferencial (avenida)	60	4
Rápida/Expressa	80	5

Fonte: Ejzenberg, 1997.

TABELA 10.6
TEMPO DE VERMELHO GERAL DE SEGURANÇA

Tipo de via cruzada	Velocidade de aproximação (km/h)	Tempo de vermelho de segurança (segundos)
Secundária	40-60-80	0
Avenida	40	2
Avenida	60	1
Expressa	60	1
Avenida	80	0,4
Expressa	80	0,4

Fonte: Ejzenberg, 1997.

Localização dos semáforos

Uma boa visibilidade dos semáforos é essencial para garantir a segurança do local. Alguns critérios e precauções aconselhados pela experiência são apresentados a seguir.

- Em vias de volume médio (600-1.000 veículos diários/faixa) sem velocidades muito elevadas (até 60 km/h), com largura de até 10,5 m, devem-se utilizar ao menos 2 grupos de semáforos, 1 em braço projetado e 1 repetidor.
- Quando a largura é superior aos 10,5m e/ou os volumes e velocidades são elevados, deve-se optar por 4 grupos, 2 em braço projetado e 2 repetidores.
- É preferível ter excesso do que falta de semáforos (sempre que não se exagere).
- Todos os semáforos em braço projetado devem estar dotados de anteparo, o que ajuda a destacá-los do panorama de fundo, assim como do sol, quando o sentido for leste-oeste.
- Deve-se ter especial cuidado com a falta de luminosidade dos focos, o que pode causar acidentes, principalmente em dias de sol intenso. É necessário uma manutenção constante dos focos, limpando-os, trocando as borrachas de impermeabilizanção, verificando a voltagem dos focos, etc. As pestanas também são fundamentais em relação à luminosidade do foco.
- Deve-se comprovar que o semáforo não se encontra junto à vegetação que possa crescer e cobri-lo, ou junto a outras luzes, especialmente as publicitárias, que podem escondê-lo ou confundir os condutores.

Localização dos semáforos: «antes» ou «depois» da interseção

Em São Paulo, e em grande parte do Brasil, foi adotado como padrão o sistema americano de localização dos semáforos depois do cruzamento. No entanto, a localização dos semáforos antes do cruzamento (padrão de vários países europeus) pode ser preferível, sempre que tomadas precauções para sua perfeita visibilidade quando os veículos já estão parados na linha de retenção. Não há consenso mundial sobre a melhor localização. Ambas alternativas apresentam vantagens e desvantagens.

Algumas das vantagens da localização «antes» são:

- O condutor que está parado em uma via não pode ver o semáforo da via transversal, o que elimina a situação perigosa, usual no Brasil, já comentada, com os semáforos situados depois do cruzamento, quando os condutores arrancam ao verem o foco amarelo da via transversal. Os semáforos antes do cruzamento, associados à implantação de uma fase vermelha geral, permitem que se evacue o cruzamento, diminuindo bastante os riscos de conflito que ocorrem durante as mudanças de fases.
- Para ver o semáforo, os condutores são obrigados a parar atrás da linha de retenção e, portanto, não invadem a faixa de travessia de pedestres.
- Os condutores têm uma visão antecipada dos semáforos, o que se torna especialmente vantajoso nas interseções complexas, onde já se pôde constatar semáforos instalados 40 m depois da linha de retenção.

Como desvantagem, o pedestre que está cruzando a via ao lado «depois» do cruzamento só tem semáforo de referência se houver um semáforo especial para ele.

No caso de semáforos colocados antes do cruzamento, deve-se ter especial cuidado para que os primeiros veículos parados junto à linha de retenção tenham perfeita visibilidade dos focos. Isto pode ser alcançado através da instalação de focos repetidores em posições mais baixas (2,0 m) e ligeiramente orientados para o centro da pista, atendendo assim as necessidades dos primeiros veículos da fila. Este sistema é utilizado em vários países da Europa (França, Espanha, etc.), sendo que estes focos repetidores são de menor tamanho, colocados no mesmo poste que os grandes, porém mais abaixo.

Amarelo intermitente (piscante)

A definição da via preferencial nas interseções não controladas por semáforo, deve estar sinalizada com a placa PARE. Existem, no entanto, locais nos quais, apesar da existência deste sinal, os acidentes continuam, devido ao desrespeito à via preferencial, sem que os volumes de veículos justifiquem a instalação de um semáforo convencional.

Uma das possíveis soluções para esta situação, desenvolvida pela CET em São Paulo, é a implantação (além do sinal PARE) de focos amarelos, dotados de dispositivos de intermitência contínua, orientados pelas aproximações secundárias, conforme se mostra na Figura 10.23.

O objetivo do semáforo intermitente é reforçar a presença do sinal de PARE (que deve permanecer), chamando a atenção dos condutores em relação à preferência da via transversal. Ademais, deve-se também colocar, junto ao semáforo, um sinal de advertência CRUZE COM CUIDADO, para explicar como se deve proceder ante um semáforo intermitente. Este semáforo também pode ser utilizado em outros casos, quando se deseja alertar o condutor sobre uma situação que requer maior atenção. Por exemplo, em São Paulo, no cruzamento da Avenida Abraão Moraes (sentido periferia-centro) x Rua Fagundes Filho x Avenida Miguel Stéfano. O fluxo da Rua Fagundes Filho entra na Avenida Abraão de Moraes junto com o da Avenida Miguel Stéfano, conforme se mostra na Figura 10.24.

Optou-se pela utilização, na aproximação da Avenida Miguel Stéfano, de um semáforo composto por um foco vermelho e um foco amarelo intermitente. O foco vermelho atuava como semáforo convencional, ordenando os direitos de passagem, e o foco amarelo intermitente advertia sobre a existência de movimentos em conflito. Quando os veículos da Avenida Miguel Stéfano devem entrar na Avenida Abraão de Moraes, ativa-se o foco intermitente. No poste dos semáforos, instalou-se um sinal que alerta ENTRE COM CUIDADO NO AMARELO PISCANTE, explicando aos condutores como proceder corretamente no cruzamento. Quando se deve deter o fluxo da Avenida Miguel Stéfano para abertura do semáforo da Avenida Abraão de Moraes, o foco amarelo fica aceso e fixo durante 3 segundos e, quando se apaga, o vermelho acende (Figura 10.25).

No que concerne à utilização de amarelo intermitente com o sinal CRUZE COM CUIDADO, recentes investigações (1994-96), realizadas em São Paulo, criam dúvidas sobre sua eficiência na redução de acidentes. Foi proposto, ainda que não tenha sido aprovado, a substituição do sinal CRUZE COM CUIDADO pelo sinal PARE, mantendo inclusive outro sinal PARE na posição convencional.

FIGURA 10.23
SINALIZAÇÃO TIPO AMARELO INTERMITENTE (PISCANTE)

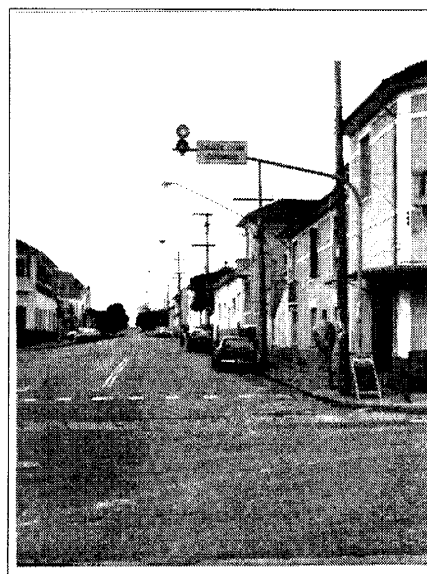



FIGURA 10.24
EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DE SEMÁFORO
INTERMITENTE PARA CHAMAR A ATENÇÃO

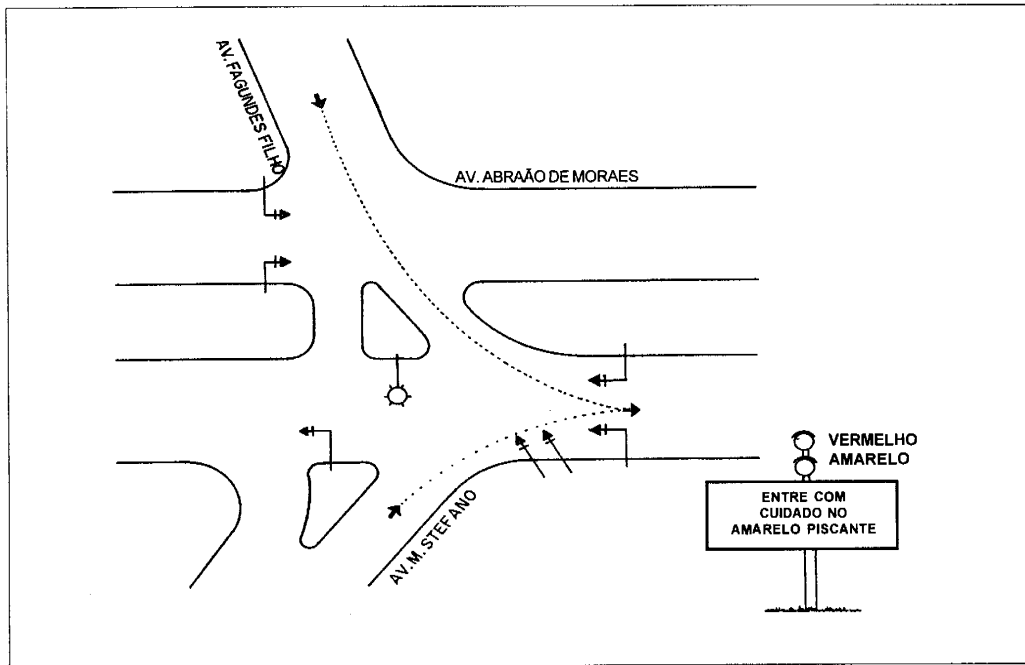



FIGURA 10.25
AMARELO INTERMITENTE COMBINADO COM SEMÁFORO CONVENCIONAL
AVENIDA ABRAÃO DE MORAES x AVENIDA MIGUEL STÉFANO

Restrição de circulação

Implantação de sentido único de circulação

O sentido único de circulação é uma das medidas mais utilizadas para ordenar a circulação das vias. Seus benefícios podem ser observados nas interseções e ao longo das vias. Nas interseções com as quatro aproximações operando em sentido duplo, existem 28 pontos de conflito entre os movimentos, ou seja, 28 possibilidades diferentes de choque entre os veículos das diferentes aproximações (ver Figura 10.26).

Apenas com a conversão de uma das vias em via de sentido único, os conflitos são reduzidos a 10 pontos (ver Figura 10.27).

Sendo as duas vias de sentido único apenas haverá 3 pontos de conflito (Figura 10.28).

FIGURA 10.26
VINTE E OITO PONTOS DE CONFLITO EM INTERSEÇÃO DE DUAS DE VIAS DE SENTIDO DUPLO

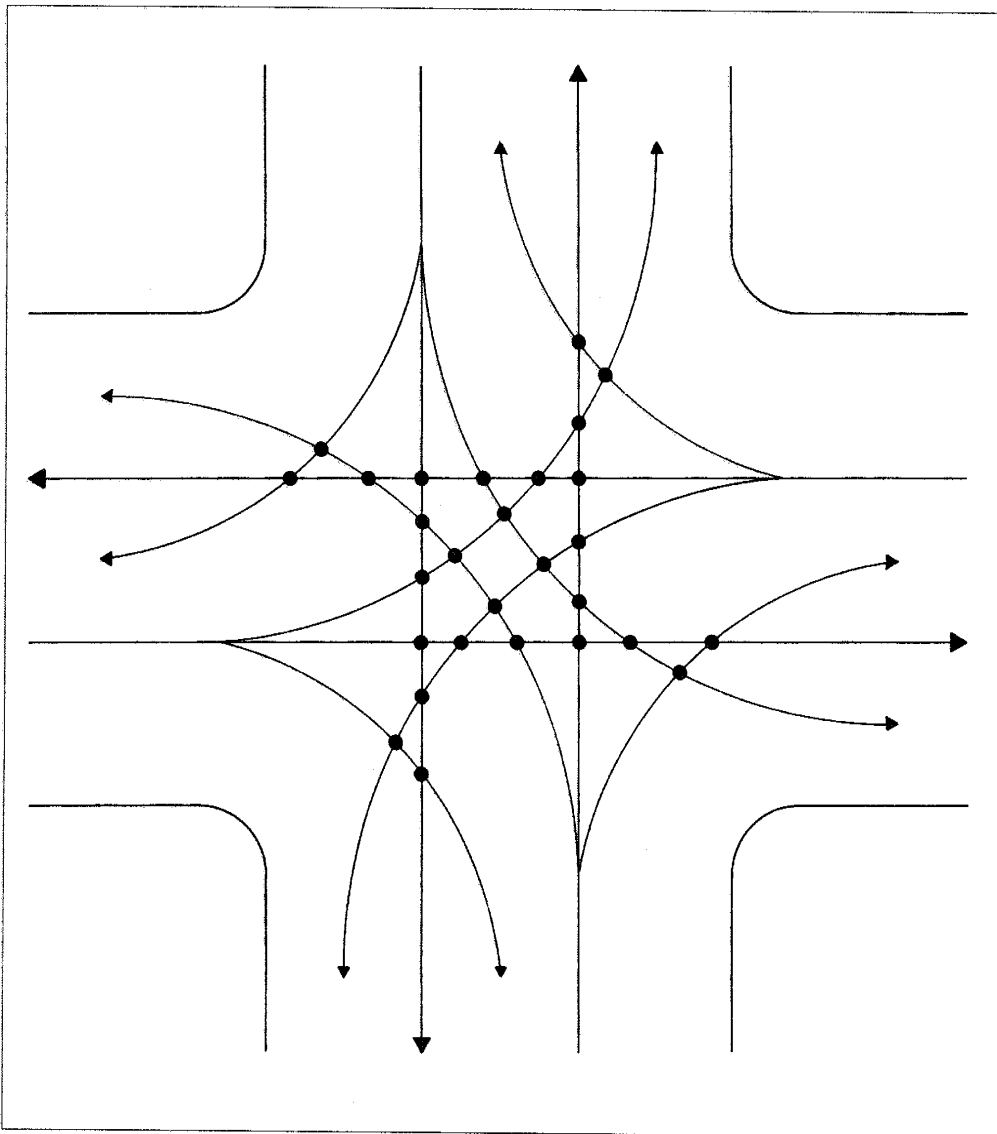



FIGURA 10.27
DEZ PONTOS DE CONFLITO EM INTERSEÇÃO DE
VIA DE SENTIDO ÚNICO COM VIA DE SENTIDO DUPLO

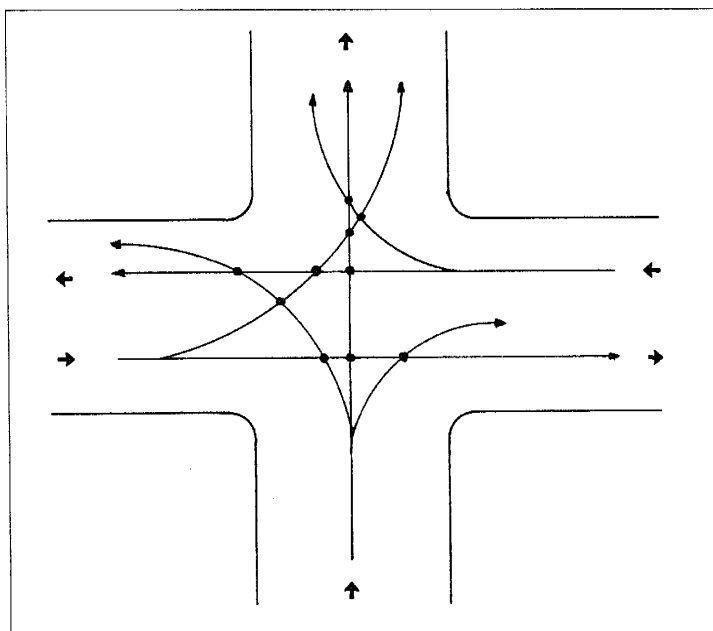
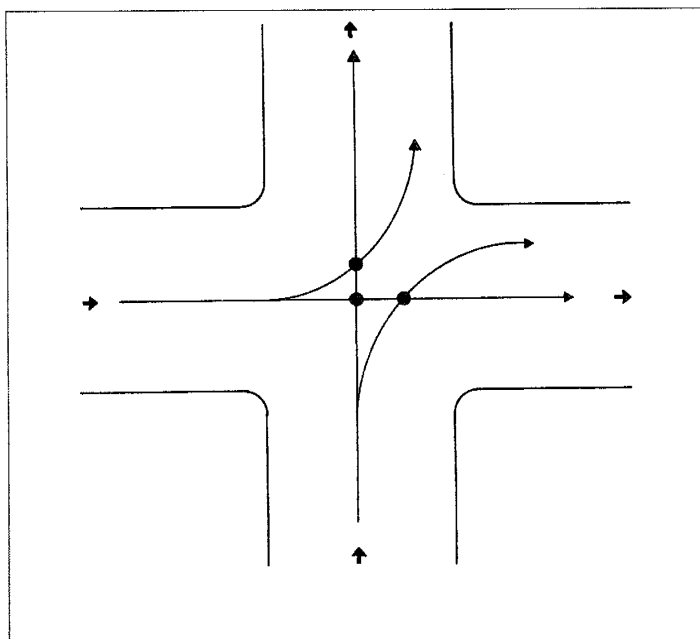



FIGURA 10.28
SOMENTE TRÊS PONTOS DE CONFLITO EM
INTERSEÇÃO DE DUAS VIAS DE SENTIDO ÚNICO

Assim, a introdução do sentido único faz a interseção muito mais simples, em termos de operação e segurança, ao reduzir o potencial de conflitos entre veículos.

Quanto aos pedestres, a travessia também se torna mais fácil, ao terem melhores condições de avaliação da chegada dos veículos, tendo em conta que há preocupação apenas com um sentido de direção do trânsito e com um menor número de conversões.

Em cruzamentos complexos, controlados por semáforos, com mais de quatro aproximações, é necessário, quase que invariavelmente, recorrer ao sentido único em alguma de suas chegadas, evitando o uso de um ciclo de 3 ou mais fases.

O sentido único, ao longo de grandes trechos ou de uma via inteira, também representa vantagens:

- maior segurança para os pedestres, que já não precisam preocupar-se com os dois lados da via e podem realizar a travessia de uma só vez, sem necessidade de parar no meio, como nas vias de sentido duplo;
- mais brechas para a travessia;
- as ultrapassagens se tornam mais fáceis e seguras, sem perigo de choques frontais;
- maior espaço para os veículos transitarem e maior possibilidade de manobra em caso de imprevistos;
- maior capacidade de fluxo de veículos da via e maior aproveitamento das vias que possuem um número ímpar de faixas; e
- melhor coordenação entre semáforos consecutivos, o que possibilita a formação de pelotões de veículos, que transitam, com menor perda de tempo, nos semáforos e com maior número de brechas para os pedestres.

O sentido único também apresenta desvantagens:

- aumento da velocidade dos veículos, deixando os condutores se sentirem mais livres e seguros;
- aumento dos percursos, ao obrigar o uso de caminhos indiretos para efetuar retornos; e
- necessidade de vias paralelas nas proximidades para absorver o trânsito em sentido contrário.

Proibição de conversões

A proibição de conversões tem por objetivo diminuir o número de conflitos entre os veículos ou entre estes e os pedestres.

Este tipo de restrição é representada em sinais de proibição (circulares) com uma faixa em ângulo reto indicando a mão (para a direita ou para a esquerda) e uma faixa vermelha na diagonal (símbolo de proibição – Placas R-4, do CTB).

Normalmente, estes sinais não são do agrado dos condutores, já que proíbem movimentos que os condutores vêem como convenientes; por isso, podem não ser respeitados caso não haja fiscalização efetiva. Em interseções com intenso fluxo de pedestres na transversal, produzem-se conflitos com a conversão à direita. Quando algum problema de capacidade impede a utilização de uma fase vermelha

PLACAS R-4 DO CTB

a

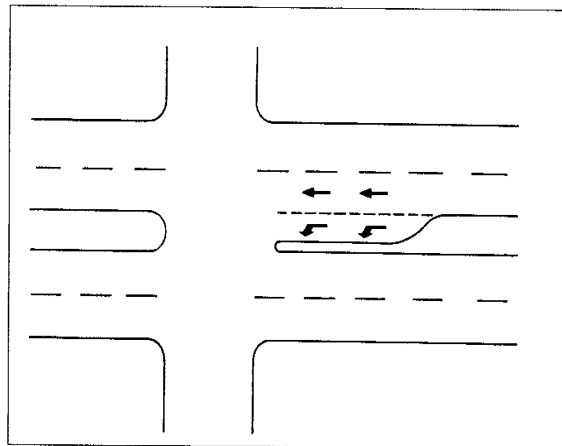
b

geral para veículos para possibilitar uma fase para pedestres, a proibição da conversão à direita, mediante sinal pertinente, permitirá a travessia segura dos pedestres.

Nos casos extremos que requerem a proibição, devem-se tomar as seguintes precauções:

- colocar o sinal de proibição de conversão à direita bem visível, de preferência utilizando um sinal de 80 cm de diâmetro em braço projetado;
- orientar os condutores a respeito dos caminhos alternativos, que deverão estar nas proximidades; e
- garantir uma fiscalização efetiva e constante para evitar a desobediência sistemática.

A proibição de conversões à esquerda aplica-se sempre que estas manobras reduzam significativamente a capacidade ou causem acidentes. Antes de proibir esta manobra, deve-se verificar a possibilidade de adequar a geometria do local para «armazenar» em uma faixa especial e segura os veículos que realizam esta conversão e/ou criar uma fase especial para as conversões nos semáforos (Figura 10.29).

FIGURA 10.29
CONVERSÃO À ESQUERDA
COM FAIXA ADICIONAL DE ESPERA

Deve-se verificar se é necessário manter esta restrição de circulação durante o dia todo, ou se é possível permitir as conversões em horários menos concorridos. Sempre que se proíbe uma conversão, deve-se buscar o melhor itinerário alternativo e orientar aos condutores para que sigam o novo caminho e obedeçam a sinalização. As opções incluem:

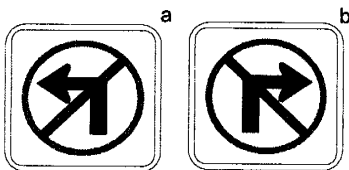
- realizar a conversão em outro local menos perigoso;
- sair à direita uma ou mais quadras antes e realizar a manobra à esquerda em vias menos problemáticas, atravessando novamente a via que estava no trajeto original (ver Figura 10.30); e
- sair à direita depois do cruzamento em questão e, mediante manobras à direita, em vias menos importantes, cruzar a via original (Figura 10.31).

A experiência demonstra que o respeito à proibição só se consegue mediante uma fiscalização constante, salvo os casos em que o fluxo de veículos é tão grande que inibe naturalmente essa conversão.

FIGURA 10.30
CAMINHO ALTERNATIVO
PARA CONVERSÕES À ESQUERDA

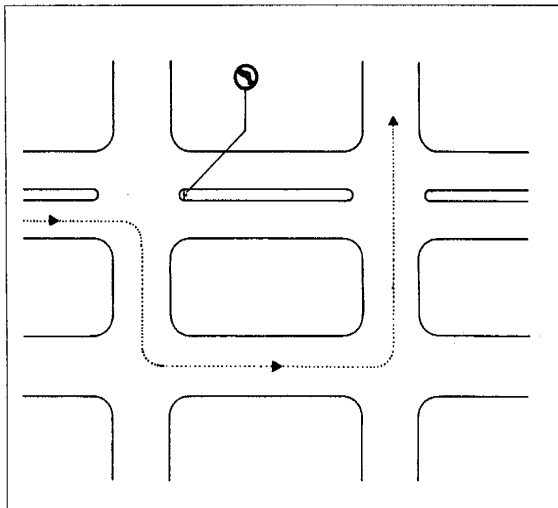
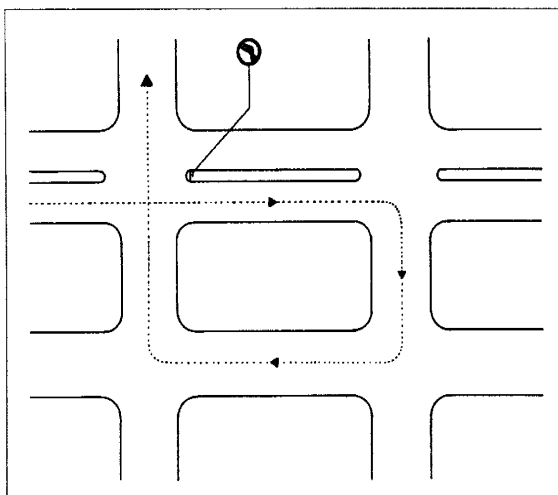



FIGURA 10.31
CAMINHO ALTERNATIVO
PARA CONVERSÕES À ESQUERDA

Estreitamento da pista

Esta técnica pode ser considerada como um redutor de velocidade; no entanto, nas avaliações realizadas na Cidade de São Paulo, não foram constatadas reduções significativas, a não ser em casos nos quais o estreitamento diminuiu a capacidade da via até o ponto em que prejudicou a fluidez do trânsito.

A grande vantagem desta intervenção reside em ordenar o fluxo de veículos. O estreitamento da pista atua como um alargamento da calçada. A criação de uma área privativa para os pedestres facilita a travessia (ao diminuir a largura da rua e a canalizar os veículos) e melhora a visibilidade em relação à transversal. Esta intervenção deve ser executada, sempre que possível, com passeio de concreto, que apresenta melhores condições de visibilidade para os veículos e segurança para os pedestres.

Sua realização com tachões permite que os veículos estacionem na área do estreitamento (ver Figura 10.32). Quando construído com prismas de concreto, sua visibilidade torna-se precária, principalmente à noite. Alguns veículos se chocam contra estas barreiras, rompendo parte delas. O estreitamento da calçada deve ser feito de forma gradual para permitir uma transição segura entre as diferentes larguras da via.

Minirrotatória

Trata-se de uma técnica desenvolvida na Inglaterra e adaptada a outras cidades em vários países. Permite diminuir o número de conflitos existentes em interseções, nas quais a preferência não está bem definida, com baixos volumes de trânsito e elevados índices de acidentes, mediante a diminuição da velocidade de aproximação e ordenamento das conversões.

FIGURA 10.32
ESTREITAMENTO DA PISTA
EFETUADO COM TACHÕES

Recomenda-se a instalação deste dispositivo nas interseções nas quais a sinalização das vias preferenciais não é eficaz e o volume de trânsito não justifica a instalação de um semáforo. Observa-se que a "negociação" do direito de passagem entre os condutores realiza-se em velocidades mais baixas e, normalmente, quem está dentro da rotatória consegue a preferência, o que, aliás, é a regra, no Brasil (CTB, Cap. III, Art. 29).

Na versão desenvolvida pela CET e utilizada em centenas de interseções em São Paulo, seu dispositivo principal compõe-se de um círculo pintado de amarelo no centro do cruzamento, com um raio entre 1m e 8 m, rodeado de tachões refletores unidirecionais (Figura 10.33).

Seguem-se algumas recomendações sobre o uso de minirrotatórias.

- O local não deve ser itinerário típico de ônibus ou caminhões, já que estes veículos, por dificuldades de efetuar conversões, invadem o dispositivo, anulando assim sua função. (Às vezes, isto se torna vantajoso, ao permitir manobras de conversão aos caminhões com a implantação de minirrotatórias em locais nos quais a implantação de obstáculos intransponíveis os impediria.)
- O ângulo menor formado pelo eixo das vias que compõem a interseção deverá estar entre 60° e 90°.
- O local deverá possuir boas condições topográficas para permitir a visibilidade do conjunto – pelo menos a 50 m de distância – para os condutores nas vias de aproximação.
- O diâmetro da minirrotatória deve ser de 0,35 do diâmetro da maior circunferência que se possa inscrever na área interna da interseção, sem ultrapassar o limite representado pelo meio-fio.
- Devem-se acompanhar de sinalização vertical e a de regulamentação, de uma sinalização horizontal de canalização nas aproximações e de setas horizontais em torno do círculo, além de implantar o projeto-visão (ver mais adiante), para garantir a eficácia do dispositivo.
- No caso de interseções muito largas, podem-se usar prismas de concreto, dando-lhe uma configuração mais parecida a uma rotatória de tamanho convencional (Figura 10.34).

FIGURA 10.33
MINIRROTATÓRIA COM TACHÕES EM SÃO PAULO

FIGURA 10.34
MINIRROTATÓRIA EXECUTADA
COM PRISMAS DE CONCRETO

A avaliação dos 22 primeiros projetos implantados em São Paulo demonstrou uma redução de 20 a 30% na velocidade de aproximação depois da implantação da minirrotatória. Registrou-se também, entre os doze meses anteriores à implantação e os doze posteriores, uma redução de 142 acidentes antes (108 S/V, 27 C/V e 7 AT) para 24 acidentes depois (20 S/V, 1 C/V e 3 AT), destacando-se a redução de acidentes com vítimas, de 27 casos para apenas 1.

Na Figura 10.35, podem-se observar alguns esquemas de minirrotatórias.

A CET elaborou um manual de normas de projeto de minirrotatórias que é atualizado periodicamente.

FIGURA 35
EXEMPLOS DE MINIRROTATÓRIAS

10.5 Canalização dos fluxos de pedestres

Gradis

A função dos gradis é encaminhar os pedestres para que atravessem em locais mais seguros do que aqueles que elegeriam normalmente. Estes novos locais podem ser interseções ou trechos de uma via, com ou sem semáforo ou faixa de travessia para pedestres. Às vezes não há outro dispositivo além do gradil, que serve simplesmente para indicar um local de travessia mais seguro, segundo as avaliações feitas na área. A seguir, apresentam-se as observações mais importantes sobre o uso de gradis.

- A canalização por meio de gradis deve ser, imprescindivelmente, associada à implantação de sinalização vertical de orientação para pedestres, de forma que não se torne agressiva ao desviá-los de sua trajetória natural.
- Junto às esquinas, os gradis devem ser prolongados para que acolham o pedestre na via de origem e evitem que este se desvie do gradil e caminhe pelo meio-fio, cruzando em um local impróprio. A Figura 10.36 ilustra o esquema de canalização recomendado.
- A instalação de gradis não é recomendada nas ruas com muitos acessos de veículos, pois a descontinuidade do dispositivo, necessária para evitar bloquear as guias rebaixadas, gera desobediência ao próprio dispositivo.
- A canalização mediante gradis deve ser executada em ambos os lados da via, conforme a Figura 10.36, já que, quando só existe canalização em uma calçada, o pedestre pode atravessar desde a outra e encontrar-se com um obstáculo na calçada em frente.
- Deve-se evitar a implantação de gradis muito próximos aos meios-fios, pois pode haver pedestres que atravessem a via obliquamente, encontrando-se na situação descrita no caso anterior, correndo o perigo de serem esmagados contra o gradil no caso de atropelamento. Uma solução é recuar o gradil uns 0,50 m (o suficiente para acomodar o pedestre na calçada), deixando as estremidades dos gradis junto aos meio-fios (Figura 10.37).
- Pelos motivos expostos anteriormente, não se recomenda a instalação de gradis em canteiros divisores de trânsito com um largura menor que 1,50 m.
- Sugere-se que a altura do gradil seja de 1,1 m, o suficiente para que os pedestres não o saltem.

O tipo de gradil pode ser flexível ou rígido. Aconselha-se a utilização do gradil rígido, por ser mais eficaz, a não ser que haja restrições de custo ou por se tratar de uma instalação provisória (por exemplo, no caso de obras). O gradil a ser utilizado deve ser um tipo que não represente uma barreira visual entre os condutores e pedestres, especialmente crianças.

FIGURA 10.36
CANALIZAÇÃO DE PEDESTRES COM GRADIL

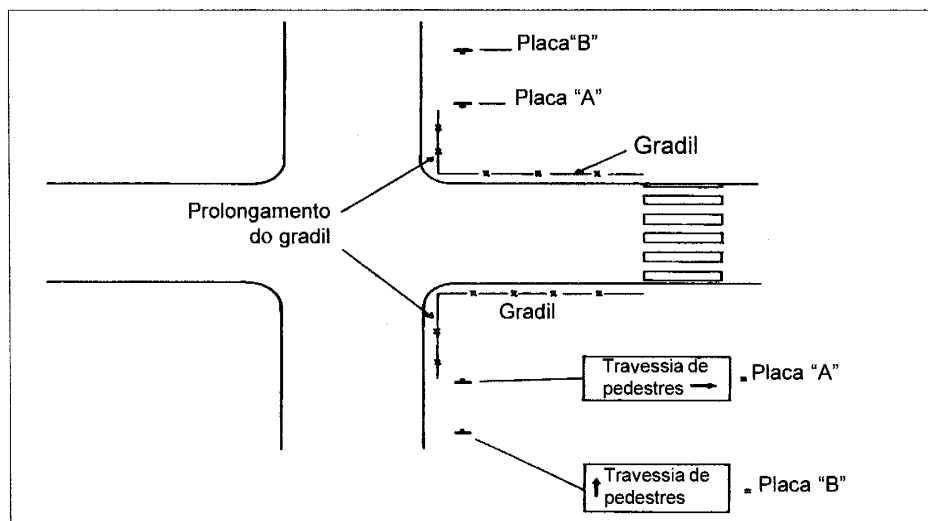
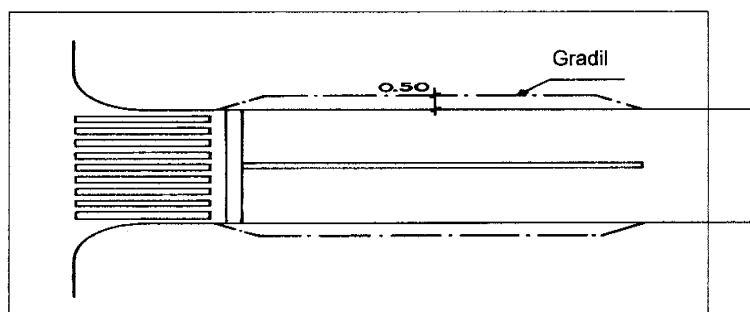



FIGURA 10.37
GRADIS RECUADOS EM RELAÇÃO AO MEIO-FIO

Floreiras

A floreira, da mesma forma que o gradil, tem por objetivo canalizar os pedestres e impedir que cruzem as vias nos locais perigosos. Este dispositivo tem, ademais, a vantagem de ser um elemento decorativo e paisagístico, inserindo-se dentro do contexto urbano de forma natural como parte integrante da paisagem (Figura 10.38). Sendo assim, deve-se utilizar este recurso sempre que seja possível, principalmente nos locais com ruas largas ou com canteiros centrais. As observações feitas com respeito aos gradis também são aplicáveis neste caso, exceto a última, referente à altura.

Recomenda-se que sejam tomadas precauções para que a altura da vegetação não seja excessiva. O conjunto concreto + plantas não deve exceder uma altura de 1,0 m, para não impedir a visão mútua dos pedestres e condutores. Devem-se eleger plantas pequenas, de pouco crescimento, ou podá-las freqüentemente, para que não obstruam a visão.

FIGURA 10.38
FLOREIRA UTILIZADA COMO
CANALIZADOR DE PEDESTRES

Passarela e passagem subterrânea

Sempre que os pedestres os utilizem, estes dispositivos, ao separarem em níveis distintos os pedestres e veículos e ao eliminar os movimentos em conflito, maximizam a segurança dos pedestres e a capacidade das vias.

As vantagens das passarelas em relação às passagens subterrâneas são:

- não interferirem com os serviços públicos subterrâneos;
- para os pedestres, são esteticamente mais agradáveis, além de serem mais higiênicas;
- são melhores no aspecto da segurança pessoal; e
- em geral, são mais econômicas (podem custar apenas 10% do custo de uma passagem subterrânea).

A passagem subterrânea possui as seguintes vantagens:

- menor desnível a ser percorrido pelo pedestre (entre 3,0 e 3,5 m em vez dos 5,0 a 5,5 m da passarela);
- menores inconvenientes estéticos, desde o ponto de vista urbanístico; e
- são mais confortáveis em condições climatológicas adversas.

Em geral, as passagens subterrâneas são mais utilizadas no centro das cidades; nas zonas periféricas, onde há mais espaço, utilizam-se as passarelas.

O problema fundamental da passagem subterrânea é a remodelação dos serviços públicos existentes no subsolo, que encarece consideravelmente a construção.

A altura útil mínima admissível para as passagens subterrâneas ou fechadas é de 2,5 m com 2,2 m de altura livre e, no caso dos acessos serem por rampa, esta não deve exceder 10%.

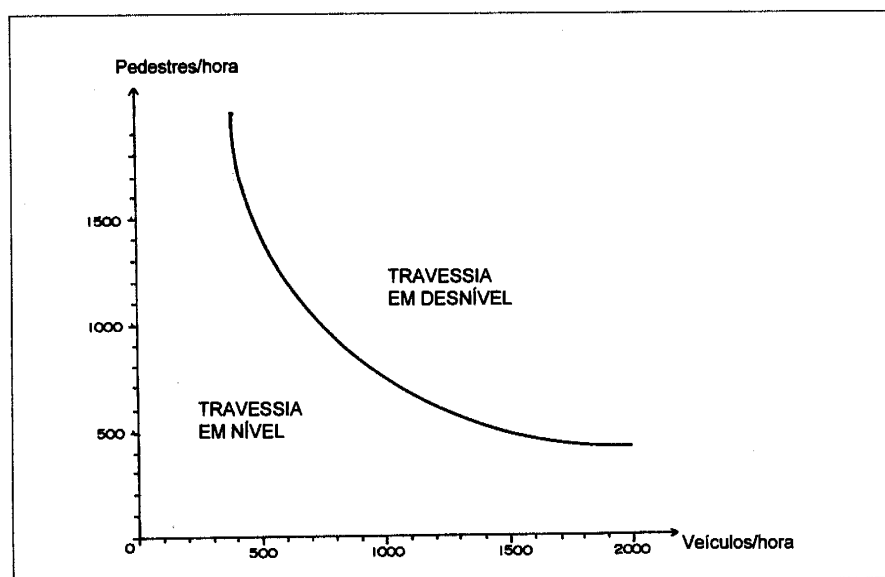
A máxima concentração admissivel é de 1,4 pedestres/m^2, sendo a velocidade de 3 a 4 km/h e a capacidade de 60 pedestres/minuto por metro de largura, ou seja, 3.600 pedestres/hora por metro de largura.

As passagens em desnível geralmente supõem um aumento de tempo de percurso dos pedestres, desincentivando-os a utilizá-las. É, portanto, fundamental para seu êxito que as passagens estejam localizadas nas trajetórias desejadas pelos pedestres. Quando possível, devem ser inseridas em um projeto urbanístico que leve os pedestres a naturalmente utilizar a passagem ou a passarela. Em outros casos, é necessário instalar barreiras/gradis para conduzir os pedestres. Se as condições financeiras o permitem e o número de pedestres o justifica, recomenda-se também a instalação de escadas rolantes para as rampas das passagens em desnível.

Em Madrid, em 1972, ao observar o comportamento dos pedestres na utilização de passagens subterrâneas em vias com 6 pistas de trânsito e um volume de 40.000 a 100.000 veículos/dia, constatou-se que a perda de um minuto na utilização da passagem subterrânea, em comparação com

a travessia em nível, gerava uma desobediência da ordem de 50%. Com tempos iguais, esta desobediência caía para 10%. Na Inglaterra (Departamento do Meio Ambiente) constatou-se que, para que quase todos os pedestres utilizassem uma passarela, o tempo que se leva para cruzá-la deve ser 75% do tempo necessário para a travessia em nível.

Embora as características próprias de cada local devam ser consideradas, a Figura 10.39 determina um critério de avaliação, sendo as velocidades dos veículos inferiores aos 60 km/h, para definir se a travessia deve ser efetuada em desnível.

FIGURA 10.39
CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE PASSARELAS

Fonte: DIRECTION DES PONTS ET DE LA CIRCULATION ROUTIÈRE - PARIS.

10.6 Barreiras de segurança

Os objetivos que as barreiras de segurança devem cumprir são os seguintes (OCDE, 1975):

- impedir que qualquer veículo descontrolado produza danos a pessoas ou propriedades situadas fora do veículo;
- impedir que os veículos leves e, se for economicamente possível, também os veículos pesados, penetrem nas zonas perigosas;
- desviar o veículo que atinge a barreira, dando-lhe uma trajetória aproximadamente paralela à direção da barreira de segurança;
- manter os impactos sofridos pelos ocupantes de um veículo descontrolado dentro de limites suportáveis;
- minimizar os custos dos danos produzidos; e
- amortecer o impacto de um veículo que se choque com a barreira, evitando que este veículo e a própria barreira se transformem em uma ameaça para o resto do trânsito.

Para evitar que o veículo ultrapasse a barreira, utiliza-se o conceito de redirecionamento de veículos descontrolados para atuar sobre o veículo a uma altura o mais próxima possível de seu centro de gravidade, chegando aos perfis hoje conhecidos.

As barreiras de segurança podem ser classificadas como flexíveis ou rígidas.

Barreira flexível (defensa metálica)

As defensas metálicas são instaladas junto a rios, riachos, barrancos, grandes desníveis de terraplanagem, etc. Também são utilizadas como divisores de pistas e como proteção junto a pilares, transições de ponte para estrada, pórticos para sinalização, e pontos com histórico de saídas da pista e veículos descontrolados (trechos de via em curva, etc.).

A seguir são incluídas algumas recomendações a respeito da implantação de barreiras metálicas.

- Não se devem colocar barreiras em locais onde exista uma área de saída na qual o veículo descontrolado possa desacelerar gradualmente.
- No caso de vias que possuam meio-fio, deve-se instalar a viga de deslizamento no mesmo plano vertical da face externa do meio-fio, para evitar que o veículo, ao se chocar contra o meio-fio, passe a barreira ou caia sobre ela. Preferivelmente, exceto por problemas de drenagem, o meio-fio deve ser rebaixado e a defensa recuada.
- Em seu trecho inicial, deve-se ancorar a defensa em uma obra de arte, caso exista alguma, ou no solo, para evitar o efeito "guilhotina", ou seja, que o veículo seja cortado pela defensa no sentido longitudinal (Figura 10.40).
- Devem-se prever aberturas para a travessia de pedestres e ciclistas, quando necessário, como é detalhado nas Figuras 10.41a a 10.41e. Sempre que possível, as aberturas devem ser orientadas para colocar os pedestres e ciclistas de frente, e não de costas para o fluxo de veículos que cruzará.

FIGURA 10.40
ESQUEMA DE ANCORAGEM DA
DEFENSA METÁLICA NO SOLO

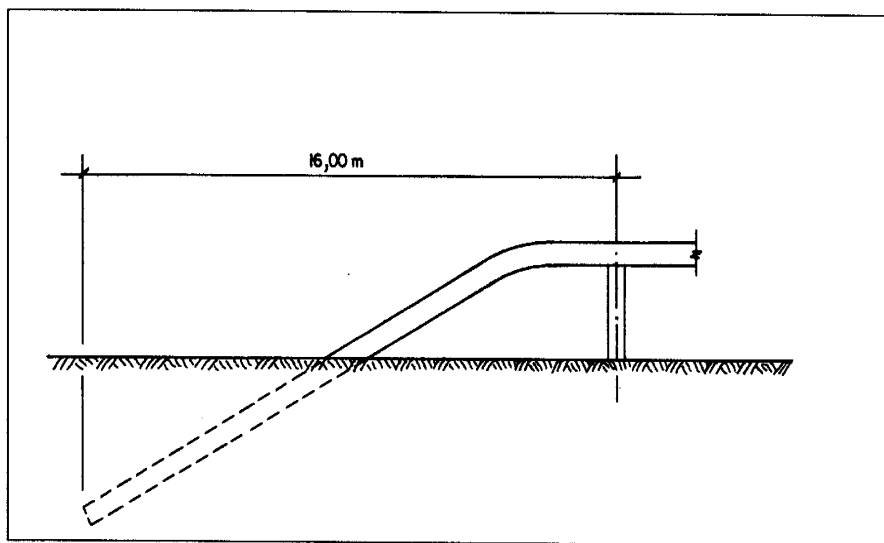



FIGURA 10.41a
VIA DE SENTIDO DUPLO COM DIVISÃO FÍSICA DOS SENTIDOS SEM LARGURA SUFICIENTE PARA ABERTURA DAS DEFENSAS NEM PARA A PASSAGEM DE PEDESTRES E CICLISTAS ENTRE AS DEFENSAS DE SEPARAÇÃO FÍSICA

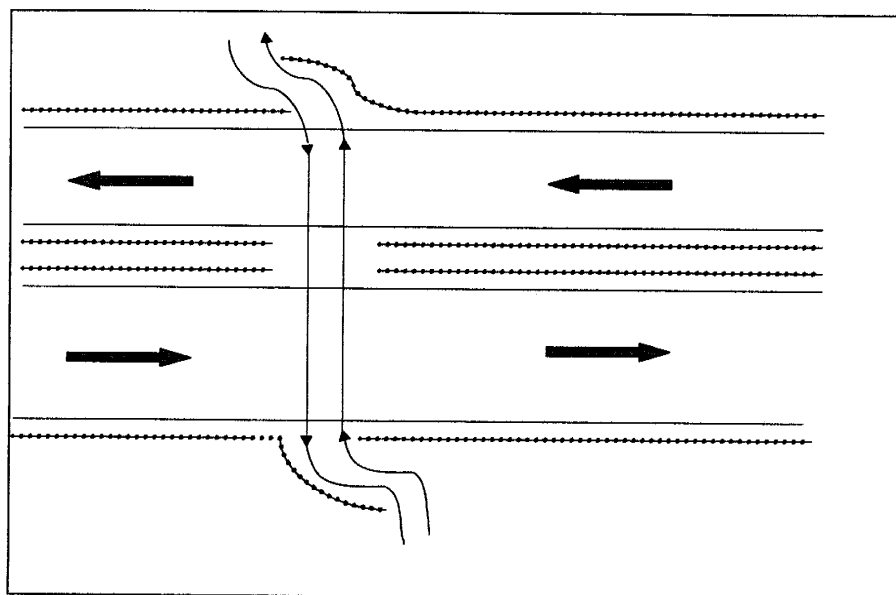



FIGURA 10.41b
VIA DE SENTIDO DUPLO SEM DIVISÃO FÍSICA DOS SENTIDOS

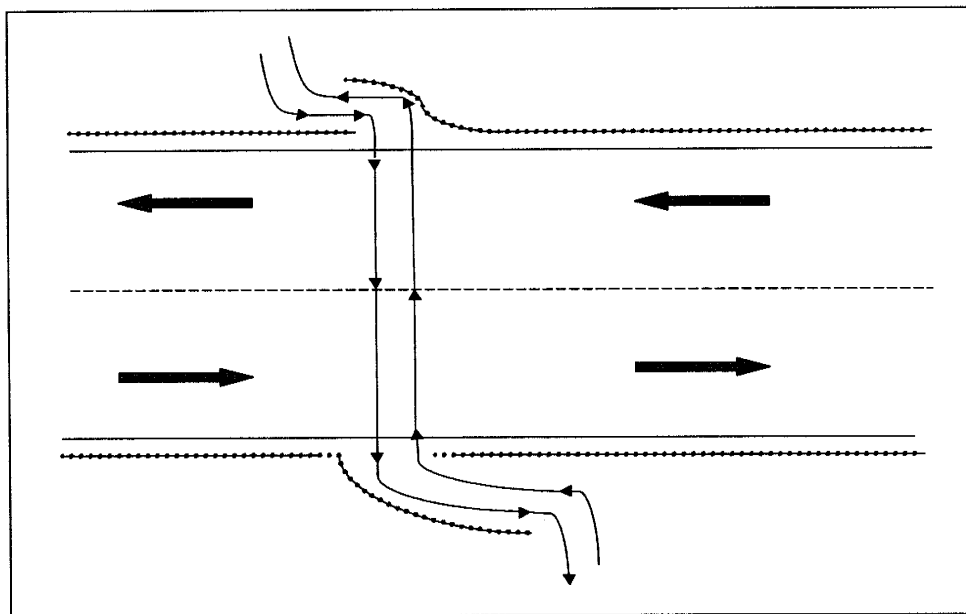



FIGURA 10.41c
VIA DE SENTIDO DUPLO COM DIVISÃO FÍSICA DOS SENTIDOS,
SEM LARGURA SUFICIENTE PARA ABRIR AS DEFENSAS,
MAS COM DISTÂNCIA SUFICIENTE ENTRE AS DEFENSAS
PARA PASSAGEM DE PEDESTRES E CICLISTAS ENTRE ELAS

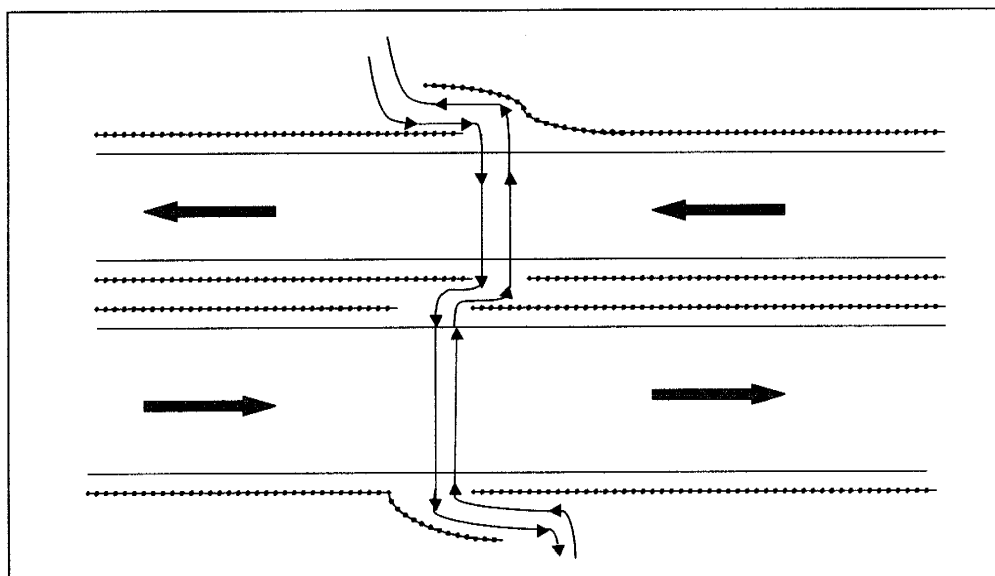



FIGURA 10.40d
VIA DE SENTIDO DUPLO COM DIVISÃO FÍSICA DOS
SENTIDOS DE LARGURA SUFICIENTE PARA ABERTURA DAS DEFENSAS

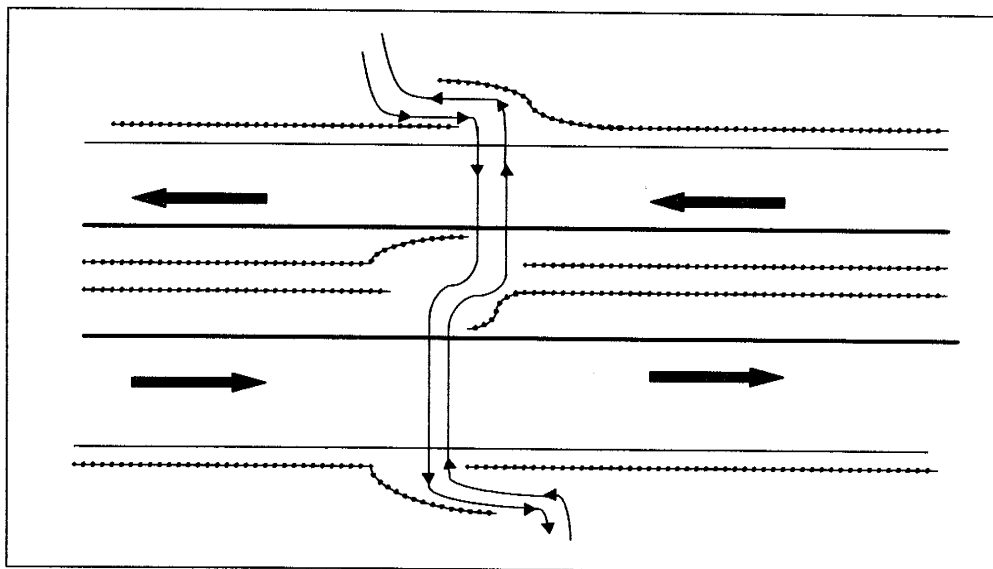
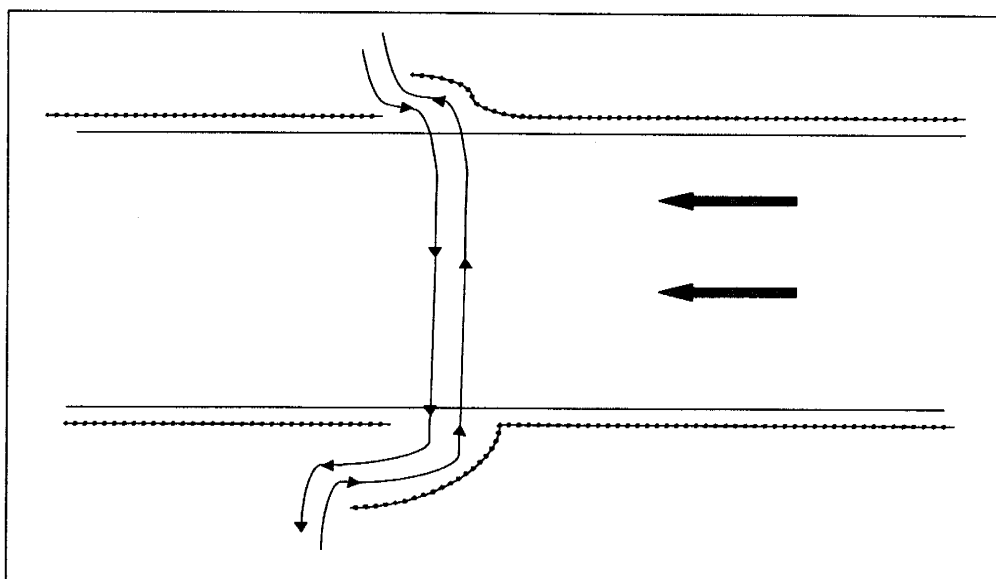



FIGURA 10.41e
VIA DE SENTIDO ÚNICO

Segundo sua capacidade de absorção de energia cinética, as barreiras metálicas podem ser classificadas em:

- *barreira semiflexível:* aquela que tem dilatadores maleáveis, ainda que possua postes considerados rígidos (de aço ou madeira) que separam a viga de deslizamento do poste de sustentação. Trata-se do tipo mais utilizado atualmente; e
- *barreira flexível:* aquela instalada em postes metálicos de pequena resistência, que se deforma anatomicamente ao receber o impacto de um veículo.

Barreira rígida (barreira de concreto)

Pode ser de concreto armado e se caracteriza por ser indeformável ante os impactos. Suas principais aplicações são como separadores de pistas sem canteiro central, protetores de pórticos de sinalização, viadutos, transições de pontes para estradas, etc. São instaladas também em locais para torná-los intransponíveis aos veículos e aos pedestres, quando por exemplo, quer-se obrigar os pedestres a utilizar as passarelas.

Podem-se fazer as seguintes recomendações:

- o perfil mais recomendado pelos estudos e experiências existentes é o tipo New Jersey, particularmente adequado para a grande quantidade de pequenos automóveis existentes no Brasil;
- adotar um perfil sem nenhuma modificação em suas dimensões ou ângulos, para não comprometer a eficácia da barreira;
- as barreiras devem ser contínuas, com suas extremidades dotadas de transições e aberturas em ângulos que eliminem a possibilidade de choque frontal de veículos com partes expostas ao trânsito;
- preferem-se as barreiras pré-fabricadas às moldadas no local. As pré-fabricadas podem ser colocadas rapidamente, sem interferir no trânsito e geralmente têm um melhor acabamento e superfícies mais uniformes; e
- nas estradas com pistas separadas por canteiros centrais, largos e planos, a barreira deve ser localizada no centro do canteiro, aproveitando o canteiro como área de escape para os veículos que saem da pista.

Em comparação com as barreiras metálicas, as barreiras rígidas apresentam as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens

- longa duração (maior vantagem);
- custo de manutenção quase nulo;
- encaixam-se melhor no contexto urbano; e
- teoricamente, não se pode passar através ou por cima delas.

Desvantagens

- não se recomendam para os locais onde se esperam choques de veículos com ângulos superiores a 20°/25°, já que acima deste valor, as barreiras rígidas não amortecem os fortes impactos;
- deve-se ter cuidado com a drenagem superficial; e
- só é possível deslocar as barreiras pré-fabricadas.

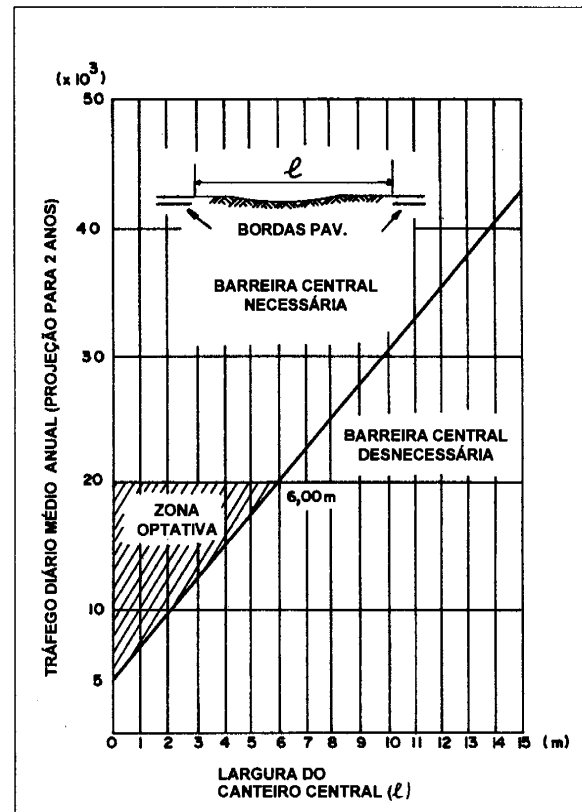
Quanto ao critério de eleição do tipo de barreira, flexível ou rígida, em um estudo da influência da largura do canteiro central da via sobre o ângulo provável de impacto, recomendam-se os critérios da Tabela 10.7.

Em relação a necessidade de barreiras centrais de segurança, recomenda-se a utilização da correlação entre o Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) e a largura do canteiro central, como se mostra na Figura 10.42.

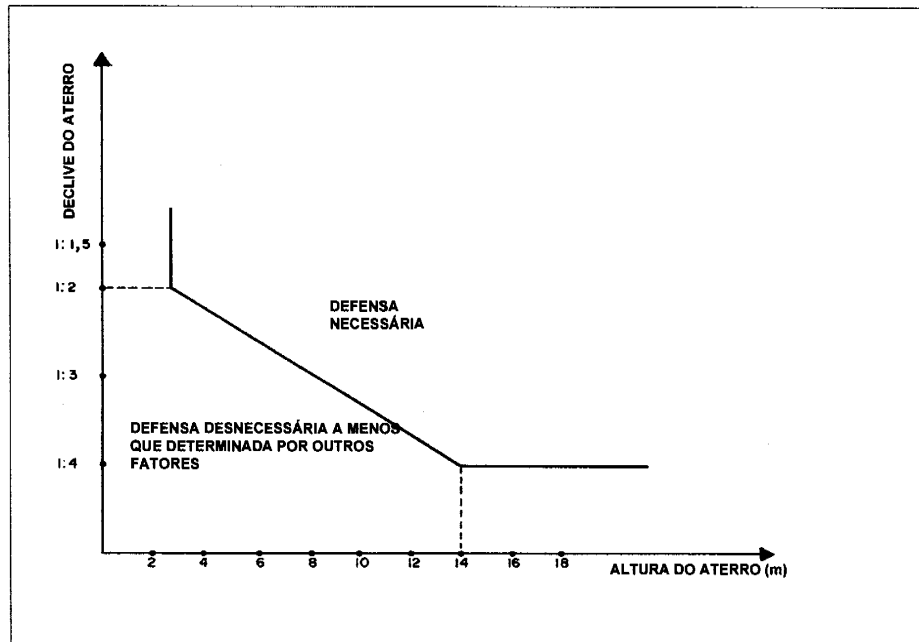
TABELA 10.7
TIPO DE BARREIRA EM FUNÇÃO DA LARGURA DO CANTEIRO CENTRAL

LARGURA DO CANTEIRO CENTRAL	TIPO DE BARREIRA
até 5,40m	rígida
5,40 a 7,20m	rígida ou flexível
7,20 a 9,00m	flexível

Fonte: Giamusso,1992, p.19.

FIGURA 10.42
NECESSIDADE DE BARREIRA CENTRAL EM FUNÇÃO DO TMDA E DA LARGURA DO CANTEIRO CENTRAL (ADOTADO PELO DNER)

Fonte: Giamusso, 1992, p.19.

A Figura 10.43 apresenta a proposta da OCDE para determinar a necessidade de barreiras de segurança na borda de aterros laterais.

FIGURA 10.43
RECOMENDAÇÃO DE BARREIRA LATERAL
EM FUNÇÃO DA ALTURA E DECLIVE DOS ATERROS

Fonte: CET (1978), v.7, p.35.

10.7 Iluminação e visibilidade

Segundo dados estatísticos da CET de São Paulo, 40% dos acidentes graves no Município de São Paulo ocorrem à noite, quando apenas se realizam 20% dos deslocamentos. A principal vítima nesse período é o pedestre. Devido a pouca iluminação, este se converte em um elemento muito mais difícil de ser visto pelo condutor, e o pedestre, por sua vez, ainda que consiga ver o veículo, terá mais dificuldades para avaliar a distância e a velocidade com a qual este se desloca. Isso causa freqüentes erros de avaliação, que são agravados quando os condutores usam as lanternas no lugar dos faróis baixos, exigidos pela lei.

A introdução de melhoras na iluminação traz, como conseqüência, uma redução dos acidentes noturnos, principalmente dos atropelamentos. Algumas investigações realizadas na Inglaterra, em locais cuja iluminação foi melhorada, mostram uma redução de 43% nos acidentes noturnos com pedestres e de 10% nos outros tipos de acidentes, havendo, também, uma redução de 46% nos acidentes fatais e 27% nos acidentes graves. Isto ocorreu apesar de haver um aumento em acidentes durante o dia nas vias examinadas. A Tabela 10.8 apresenta os dados gerais obtidos naquelas avaliações.

A iluminação pública típica das ruas urbanas é suficiente para proporcionar comodidade e uma certa segurança aos pedestres, ao desincentivar os atos delituosos. Não obstante, a intensidade da iluminação pública normalmente é insuficiente para garantir a segurança do trânsito ou facilitar a visibilidade de seus sinais por condutores que trafegam a velocidades normais.

TABELA 10.8
NÚMERO DE ACIDENTES COM VÍTIMAS ANTES E DEPOIS DA INTRODUÇÃO DE MELHORIAS NA ILUMINAÇÃO (INGLATERRA)

PERÍODO		PEDESTRES	OUTROS	TOTAL
Diurno	antes	319	929	1.248
	depois	334	1.091	1.425
Noturno	antes	159	346	505
	depois	91	312	403
Acidentes depois/antes				
P. Diurno		1,05	1,17	1,14
P. Noturno		0,57	0,90	0,80
PERÍODO		FATAIS	GRAVES	LEVES
Diurno	antes	16	224	1.008
	depois	17	244	1.164
Noturno	antes	28	123	354
	depois	15	90	298
Acidentes depois/antes				
P. Diurno		1,06	1,09	1,16
P. Noturno		0,54	0,73	0,84

Fonte: CET, Boletim Técnico No. 27, p.79.

Utilização de faróis baixos

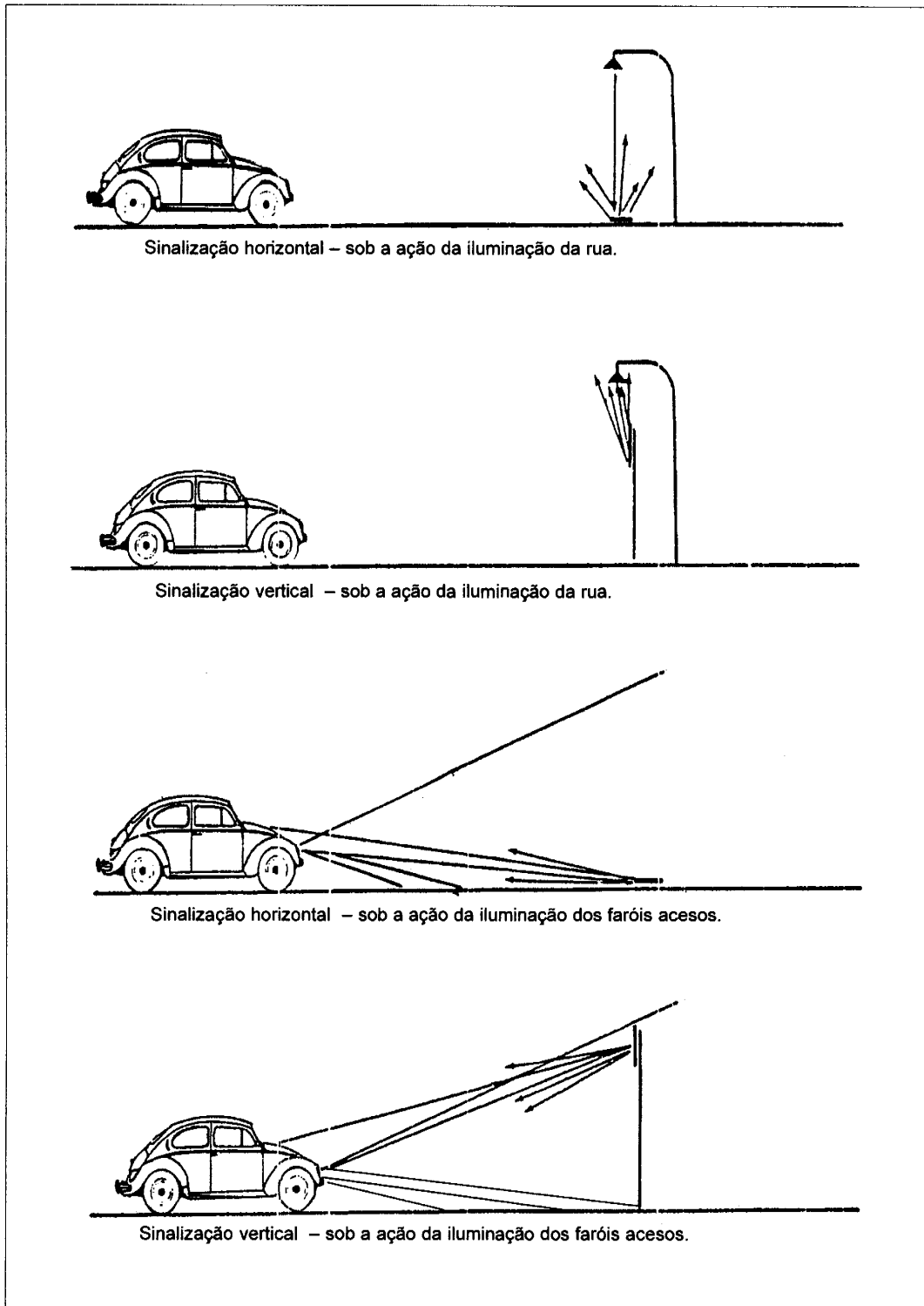
O Código de Trânsito Brasileiro (Cap. III, Art.40) estabelece que os faróis baixos devem estar sempre acesos à noite. Muitos dos condutores, nas cidades brasileiras, não obedecem esta norma.

A sinalização de trânsito deve ser, normalmente, realizada com materiais refletivos. As placas são fabricadas com pintura ou película refletiva; a composição da sinalização horizontal deve ter micropartículas de vidro retrorrefletivos e os tachões podem conter um elemento retrorrefletivo.

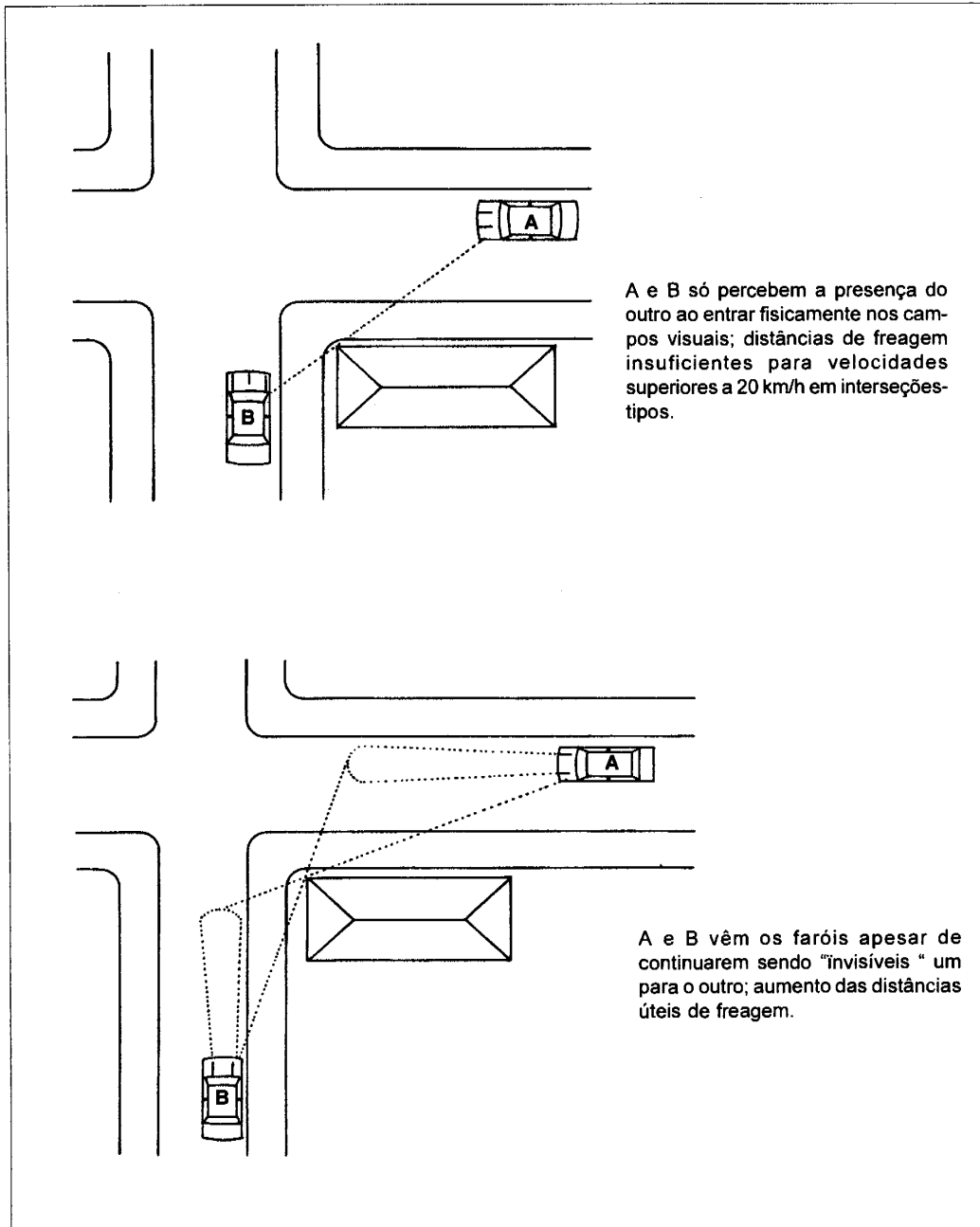
Este tipo de material tem a propriedade de devolver o reflexo da luz incidente à fonte luminosa. Assim, ainda que a iluminação pública não produza um reflexo na direção do condutor, os faróis do veículo o fazem. A Figura 10.44 mostra este princípio de funcionamento.

Algumas das principais vantagens da utilização dos faróis baixos em cidades são apresentadas a seguir.

- Permitem melhor visão e visibilidade mútua entre pedestres e veículos, facilitando também a avaliação da velocidade e distância do veículo pelos pedestres.
- Em uma interseção, as luzes atuam como uma extensão do veículo, posto que são visíveis desde a via transversal antes que o próprio veículo alcance a interseção, aumentando a distância de freagem (Figura 10.45).
- O veículo se torna mais visível para os outros condutores, facilitando a percepção da posição do veículo na via.

FIGURA 10.44
SINALIZAÇÃO REFLETIVA SOMENTE FUNCIONA
ADEQUADAMENTE SOB A AÇÃO DOS FARÓIS DO VEÍCULO

Fonte: CET, Boletim Técnico Nº 27, p.67.

- Melhoria da iluminação: o condutor sofre menos com as variações da iluminação entre os locais pelos quais transita e tem melhor visão dos obstáculos presentes ao longo da via.
- Melhor leitura da sinalização, tanto horizontal como vertical.

FIGURA 10.45
AUMENTO DA INTERVISIBILIDADE
COM O USO DOS FARÓIS BAIXOS

Fonte: CET, Boletim Técnico Nº 27, p. 70.

É evidente, portanto, a necessidade de promover a utilização dos faróis baixos, mediante campanhas nos meios de comunicação e a utilização de sinais e cartazes que expliquem sua importância.

Em São Paulo, algumas campanhas, através da televisão e do rádio provocaram um aumento gradual na utilização dos faróis, passando de 7,7% de automóveis com faróis baixos acesos, em 1984, para 21,5%, em 1987.

A eficácia dos faróis requer que estes estejam bem regulados e possam iluminar corretamente a via, evitando a ofuscação e reclamações dos demais condutores. Nas próprias campanhas de divulgação do uso dos faróis, deve-se incentivar a regulagem correta, indicando os locais que realizam este serviço. Deve-se incentivar, por outro lado, o uso dos faróis em outras situações de má visibilidade, como fortes chuvas, neblina e nas horas da madrugada e do anoitecer quando o sol, quase horizontal, ofusca a visão dos condutores e torna quase invisível os veículos, sem faróis, que transitam no sentido contrário.

Estes exemplos de campanhas demonstram a importância da divulgação das contribuições da engenharia de tráfego para o público em geral.

Tratamento dos problemas de iluminação e visibilidade

A seguir apresentam-se propostas que aumentam a segurança nas vias mediante melhorias da iluminação e da visibilidade.

Implantação de um «Projeto-visão»

Consiste na proibição de estacionar veículos próximos das interseções, para aumentar a visibilidade entre os veículos que estão cruzando as vias. Esta restrição de estacionamento deve afetar a todos os locais que realmente interferem na visibilidade (Figuras 10.46a e b), restringindo o estacionamento apenas nos espaços necessários para promover uma boa visibilidade da interseção.

FIGURA 10.46a
EXEMPLOS DO PROJETO - VISÃO

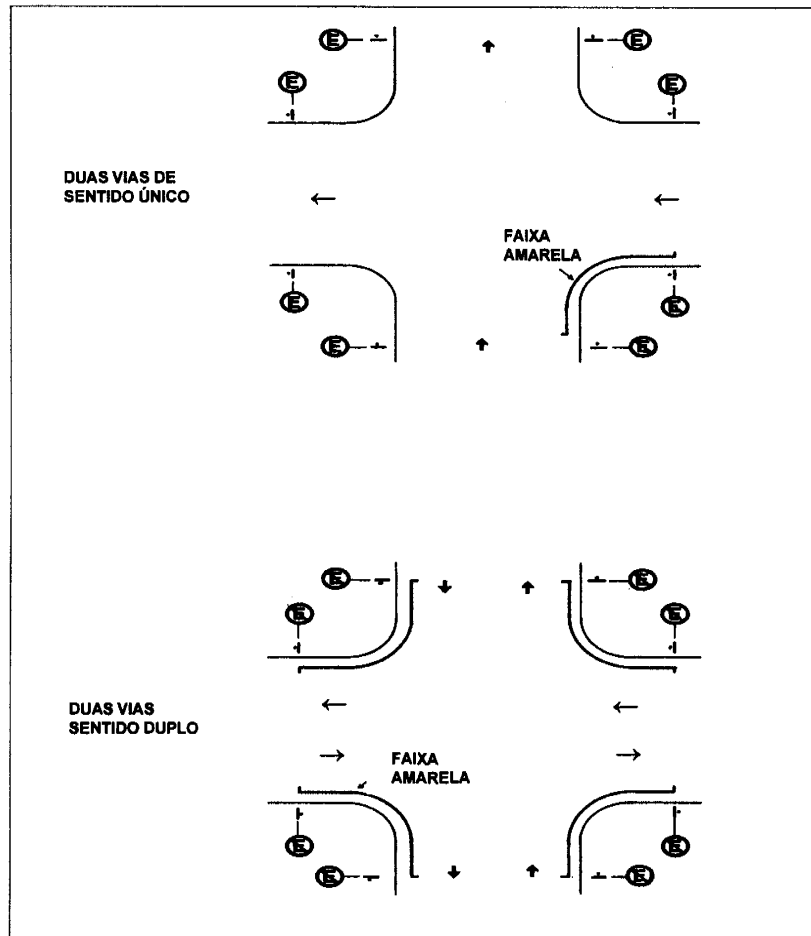
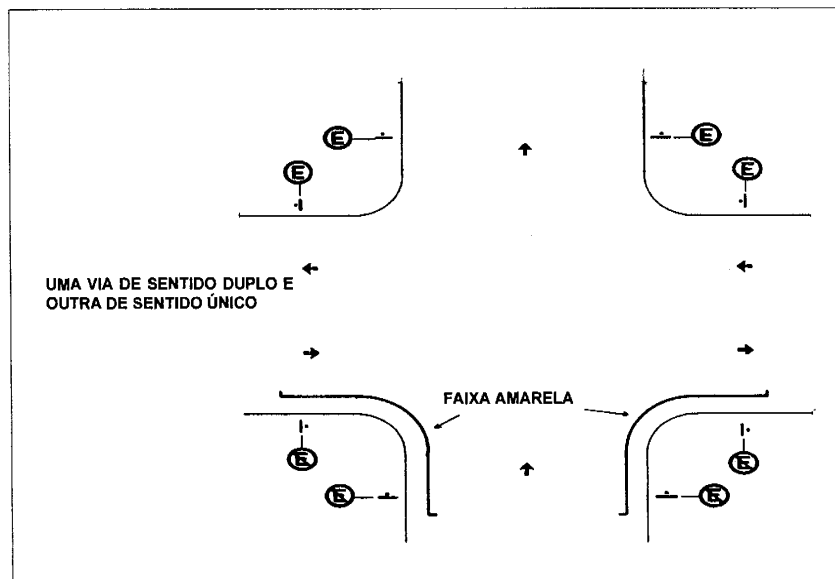
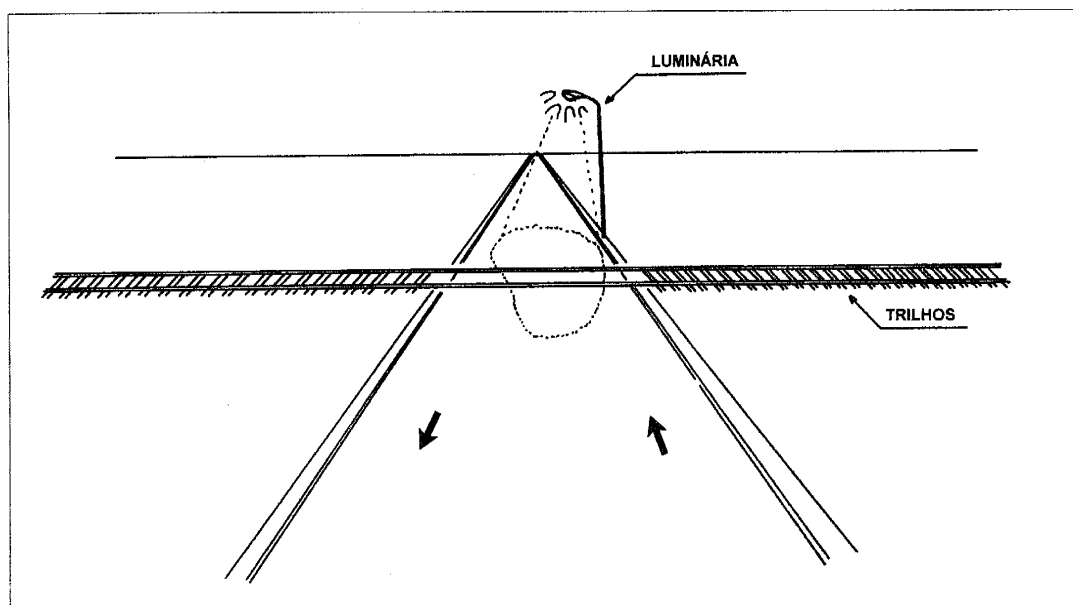



FIGURA 10.46b
EXEMPLOS DO PROJETO-VISÃO

Iluminação especial de obstáculos transversais

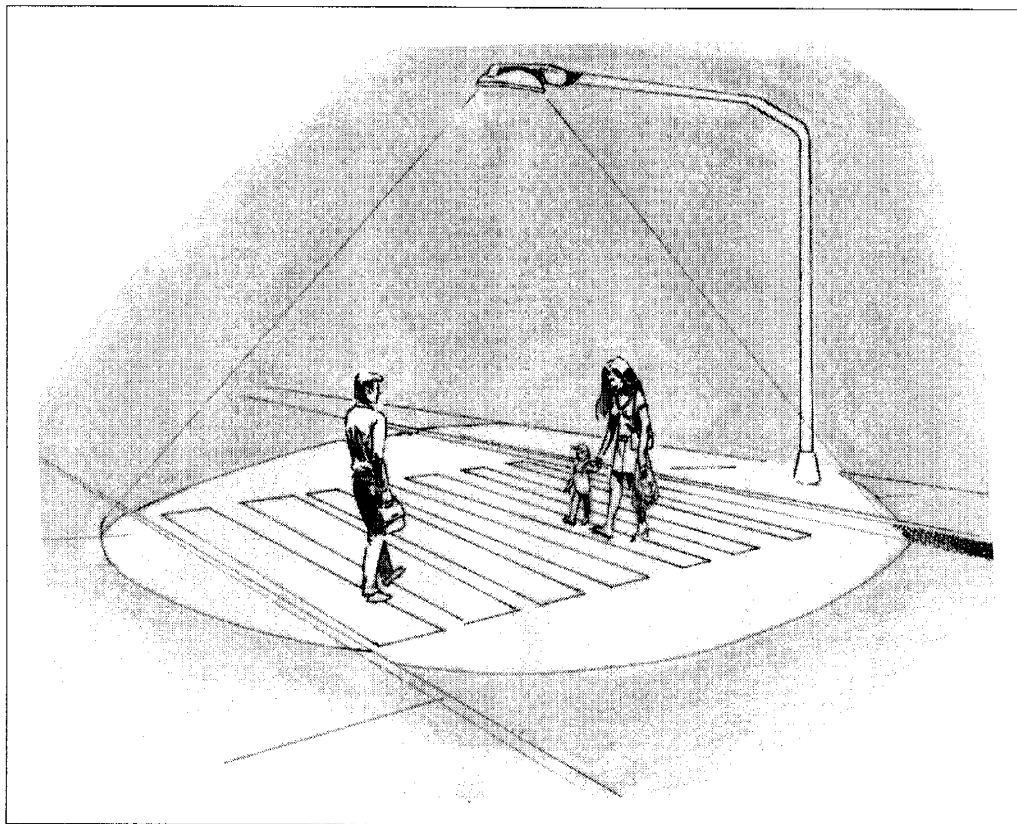
As lombadas, as valetas transversais e as vias férreas em nível, da mesma forma que as faixas de travessia de pedestres, podem ser dotadas de luminárias especiais que permitam sua melhor visualização do obstáculo, onde haja fonte de energia disponível (Figura 10.47).

FIGURA 10.47
ILUMINAÇÃO ESPECIAL DE OBSTÁCULOS TRANSVERSAIS

Fonte: CET, Boletim Técnico Nº 27, p. 95.

Iluminação especial de faixas de travessia de pedestres

É fundamental que o condutor perceba a existência da faixa de travessia de pedestres, e do pedestre, antecipadamente. Com este propósito, deve-se utilizar uma iluminação diferenciada daquela utilizada na via, destacando, claramente, a travessia de pedestres. Essa iluminação pode ser obtida através da instalação de focos de alta intensidade sobre a travessia de pedestres, destacando nitidamente a faixa de travessia e os pedestres (Figura 10.48).

A CET aperfeiçoou essa idéia, resultando em um projeto padrão, de alta eficiência e baixo custo. Implantou-se o projeto em cerca de 200 locais no período 1997/1998.

FIGURA 10.48
ILUMINAÇÃO DIFERENCIADA PARA FAIXA DE PEDESTRES

Desenho: Renê José Micheletti.

Em vias de sentido único, pode-se tentar deslocar a fonte de iluminação, para iluminar os pedestres de lado, e não por cima, fazendo assim com que estes se tornem mais visíveis aos condutores de veículos que estão se aproximando da travessia de pedestres. Em vias de sentido duplo, a viabilidade técnica desta idéia depende das características particulares de cada local, já que o deslocamento das fontes de iluminação poderia, em alguns casos, ofuscar os condutores que estejam vindo em sentido contrário.

Deve-se divulgar, nos meios de comunicação, escolas e empresas, a importância do uso de roupas de cores claras, quando se sai à noite, para permitir que os condutores enxerguem melhor, reduzindo assim o perigo de atropelamento.

Sinalização reforçada para ilhas, refúgios e canteiros centrais

A visibilidade destes elementos pode ser melhorada através de diversos procedimentos, como os listados a seguir.

- Pintura refletiva nos meios-fios ou, na sua falta, pintura branca.
- Instalação de elementos refletivos, como tachas refletivas, sobre os meios-fios (Figura 10.49).
- Nos refúgios para pedestres, pode-se instalar dispositivos verticais de sinalização como os «*bollards*» de Londres. Estes têm uma altura de aproximadamente 1,20 m. (Para diminuir os eventuais impactos em veículos e a recomposição dos *bollards*, utilizam-se em sua fabricação plástico, fibra de vidro, etc.). Os *bollards* têm um sinal de sentido obrigatório (círculo com uma seta indicando o sentido a ser tomado), feito em material translúcido e iluminado internamente para destacar o equipamento (Figura 10.50). Como alternativa, pode-se instalar um foco amarelo intermitente. No entanto, este tipo de foco tende a ofuscar a visão dos condutores e dificultar a visão do refúgio. Quando for impossível instalar luz no refúgio, deve-se ao menos colocar um sinal de material refletivo que demarque o refúgio de forma segura (Figuras 10.51 e 10.52).

FIGURA 10.49
ELEMENTOS REFLETIVOS
SOBRE AS GUIAS

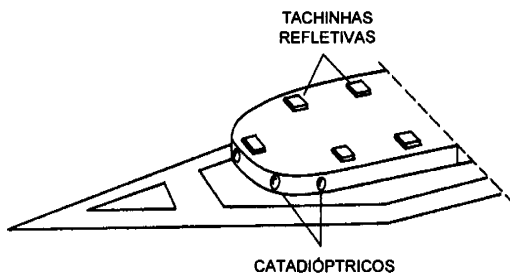



FIGURA 10.50
BOLLARD

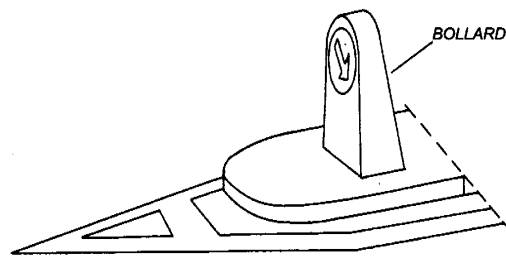



FIGURA 10.51
FOCOS INTERMITENTES + PLACA DE SENTIDO OBRIGATÓRIO

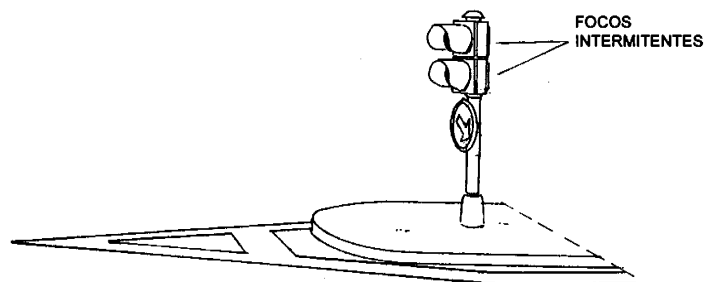
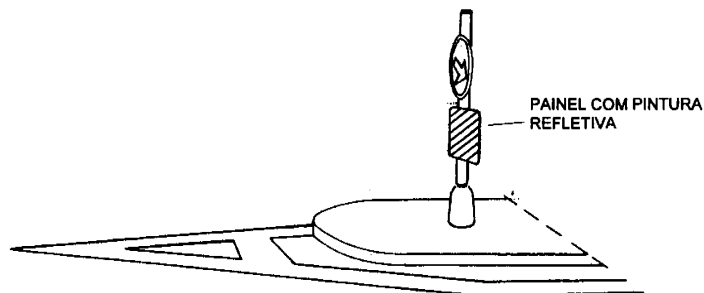



FIGURA 10.52
PAINEL REFLETIVO + PLACA DE SENTIDO OBRIGATÓRIO

Balizamento de curvas

Nas curvas dificilmente perceptíveis antecipadamente, podem-se utilizar placas de demarcação do tipo baliza, com pintura refletiva de fundo amarelo e seta negra (Figura 10.53). A CET de São Paulo propõe, em caráter experimental, uma fórmula e uma tabela que determinam as distâncias entre as placas, em função do raio da curva (veja Tabela 10.9). A posição da placa de baliza é apresentada na Figura 10.53b e o espaçamento entre as placas é apresentado esquematicamente na Figura 10.53c.

FIGURA 10.53a
PLACAS DO TIPO BALIZA INDICANDO A EXISTÊNCIA DE CURVA

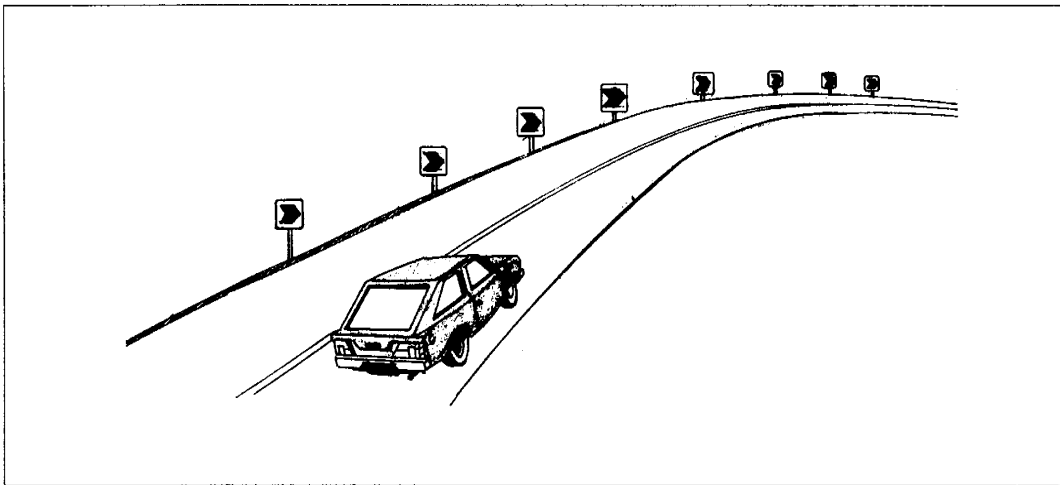



TABELA 10.9
BALIZAMENTO DE CURVAS: MÉTODO PROPOSTO EXPERIMENTALMENTE PELA CET PARA CÁLCULO DA DISTÂNCIA ENTRE AS PLACAS

R Raio da curva (m)	D Distância na curva (m)	Distância antes da curva (m)		
		1° espaço	2° espaço	3° espaço
10	6	12	18	36
20	7	14	21	42
30	8	16	24	48
40	9	18	27	54
50	10	20	30	60
60	11	22	33	60
70	12	24	36	60
80	13	26	39	60
90	14	28	42	60
100	15	30	45	60
200	20	40	60	60
300	25	50	60	60
400	30	60	60	60
500	35	60	60	60
>1000	45	60	60	60

Fonte: CET (1978).

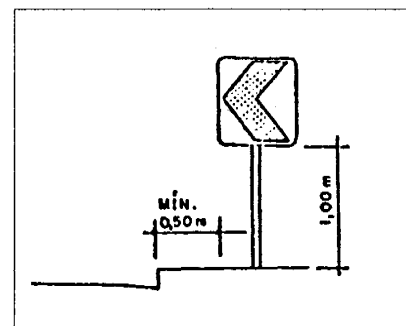
FIGURA 10.53b
POSIÇÃO DA PLACA DE BALIZA

Fonte: CET (1978).

FIGURA 10.53c
CÁLCULO DE DISTÂNCIAS ENTRE PLACAS DO TIPO BALIZA

NOTAS:

1. A distância entre as balizas, para raio não especificado na tabela, deverá ser calculado pela fórmula:

$$E=1,5\sqrt{R}$$

2. No trecho da via imediatamente anterior à curva dever-se-ão implantar as balizas obedecendo as distâncias dos espaços 2E, 3E e 6E, respectivamente.
3. A distância mínima entre as balizas é de 6 m e a máxima de 60 m.
4. Os espaços devem ser distribuídos de forma que a última baliza fique ao final da curva e que o condutor tenha sempre ao menos duas balizas dentro de seu campo visual.

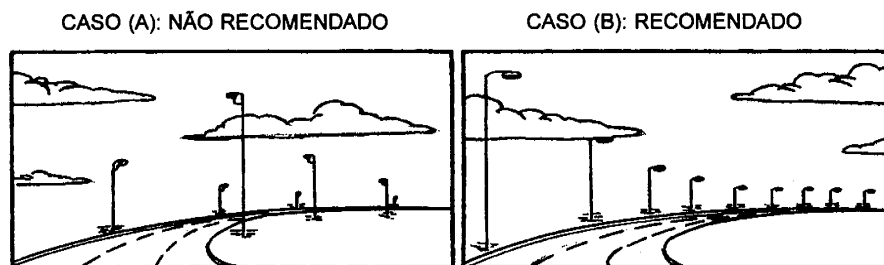
Fonte: CET (1978).

Balizamento de vias pavimentadas sem meio-fio

Neste tipo de vias, devem-se demarcar as bordas mediante linha de bordo, horizontal, complementada por tachas refletivas, tachões ou balizadores (catadióptricos ou "olhos de gato") nas laterais. Nas noites de chuva, estes dispositivos são fundamentais para a segurança, sempre e quando se utilizam os faróis baixos.

Iluminação em curvas horizontais

Todos os postes de iluminação devem estar dispostos do mesmo lado da via para que o condutor veja a extensão e a forma da curva (Figura 10.54, caso «b»). Se estiverem alternados em cada lado (caso «a»), o condutor poderá ficar confuso.

FIGURA 10.54
ILUMINAÇÃO EM CURVAS HORIZONTAIS

Fonte: CET, Boletim Técnico, No. 27, p. 49.

Iluminação de ruas arborizadas

As ruas totalmente arborizadas, apesar de serem muito estéticas, geram problemas de iluminação, tanto de dia como à noite. Durante o dia, fazem um contraste entre as áreas de sol e as de sombra, o que dificulta a visibilidade da própria via, sendo necessária uma poda periódica das árvores para minimizar este fenômeno. As luminárias ficam muitas vezes por cima da copa das árvores e, inclusive, há luzes instaladas no interior das copas, produzindo um efeito estético bastante interessante, porém funcionalmente nulo. Nestes casos, para garantir a iluminação da via, deve-se modificar a disposição das luminárias, alterando inclusive sua altura, talvez substituindo uma luz alta por duas mais baixas, de menor intensidade e menor distância entre si.

Modificações na disposição de equipamentos urbanos

Os equipamentos urbanos, como bancas de jornais, cabines telefônicas, postes e os equipamentos dos vendedores ambulantes, podem estar localizados nas esquinas, dificultando sobremaneira a visibilidade e a circulação de pedestres. Deve-se solicitar das autoridades competentes que estes sejam reinstalados em outro lugar, onde sejam menos perigosos para os condutores e pedestres.

Iluminação de vias interrompidas

Nos casos de vias interrompidas, a iluminação também deve ser descontínua, para não camuflar a interrupção. A iluminação também deve delimitar adequadamente o perímetro das grandes rotatórias. Se os postes cruzam as ilhas em linha reta, dão a impressão de que a via continua pelo meio da rotatória, o que provocará acidentes.

Efeitos negativos de letreiros luminosos ou cartazes publicitários

Os anúncios luminosos e os projetores podem ofuscar os condutores e confundi-los, sobretudo com respeito à visualização dos semáforos. O Código de Trânsito Brasileiro proibe a colocação de luzes e inscrições que possam gerar confusão ou interferir na visibilidade da sinalização (art. 81). Devem-se eliminar essas fontes luminosas e, caso isso não seja possível, remodelar os semáforos utilizando uma tela antiofuscante como medida paliativa.

Não se deve aceitar que sejam colocados cartazes de anunciantes junto aos sinais – as vezes há anúncios luminosos no próprio braço projetado do semáforo – com o risco de distrair e confundir os condutores.

10.8 Sinalização provisória de segurança

No cotidiano, o órgão que se ocupa do trânsito de um município enfrenta diversas situações de emergência, tais como acidentes de circulação, obras na calçada, incêndios e inundações. Estas situações exigem o fechamento parcial ou total das vias e a canalização de veículos e pedestres, mediante uma sinalização provisória e móvel que, se não for eficaz, poderá provocar acidentes.

Existem, ademais, operações denominadas «especiais» cuja implantação e desativação estão programadas, como as «operações escola» que se desenvolvem nos horários de entrada e saída de alunos (veja mais adiante).

Sinalização de obras

As interferências mais comuns no leito viário se devem às obras programadas, que podem ser de pequeno ou de grande porte. Ao contrário de outras intervenções de emergência, geram, por longos períodos, grandes transtornos ao público. A obra na via pública prejudica a fluidez e cria situações propícias a acidentes. Por tudo isso, a sinalização das obras desempenha um papel fundamental em três aspectos:

a) advertir aos usuários da via sobre a presença da obra;
b) canalizar suavemente os veículos, para diminuir o impacto sobre o trânsito; e
c) delimitar de forma visível, com especial atenção à iluminação noturna, todo o contorno da obra, protegendo os condutores, os pedestres e os trabalhadores da obra.

Para tornar estas medidas viáveis, os equipamentos disponíveis para a sinalização deverão ser utilizados em duas situações:

i) ***para sinalização anterior ao local*** onde se efetuará a obra. Para que medidas (a) e (b) sejam viáveis, esta sinalização deverá ser feita mediante: sinais sobre a existência da obra; sinais de advertência nos quais conste a natureza do problema (estreitamento da calçada, desvio, altura limitada, etc.); cones e/ou balizas; e barreiras de canalização do trânsito.

   Além destes equipamentos, em função do tipo e da duração da obra (principalmente as de grande envergadura), deve-se utilizar sinalização convencional, seja horizontal, vertical, semáforos, canalizações com prismas de concreto, etc., que complementem, de forma eficaz, a sinalização de obras utilizada. Outro equipamento bastante eficaz é uma faixa de pano (Figura 10.55).

ii) ***para sinalização no local*** da obra, cumprindo com a medida (c), devem-se utilizar barreiras, tapumes, redes, placas e gradis portáteis, além da sinalização específica para a segurança dos pedestres.

Em ambas as situações, os equipamentos deverão estar acompanhados de sinalização noturna, à qual se faz referência no item seguinte.

Desvios de Trânsito

Em função das situações de emergência ou das obras programadas, às vezes se torna imprescindível desviar o trânsito, total ou parcialmente, para poder fechar, total ou parcialmente, a pista. Estes desvios podem alterar a direção de uma ou mais vias e requerem uma sinalização específica e eficaz do desvio das obras.

Com relação à sinalização das obras, cabe destacar a importância, muitas vezes esquecida, dos dispositivos luminosos. Estes podem ser de dois tipos:

- *dispositivos de luz intermitente,* que deverão emitir luz amarela, com uma freqüência de 50 a 60 pulsações por minuto, para avisar sobre a existência de situações perigosas. Podem ser adaptados sobre barreiras ou tapumes e, inclusive, em um suporte próprio, a 1,0 m do solo. Também poderão ser coloca-

FIGURA 10.55
EXEMPLO DE SINALIZAÇÃO PROVISÓRIA AÉREA COM FAIXA DE PANO

dos na parte de trás dos veículos que estejam realizando a manutenção de algum serviço da via pública ou, inclusive, no solo, no início das faixas de desaceleração.

- *dispositivos de luz fixa* (no Brasil é comum a utilização de lâmpadas elétricas dentro de baldes vermelhos de plástico), que são colocados sobre os tapumes, a intervalos não superiores a 10 m, delimitando desta forma a trajetória dos veículos.

Na tabela seguinte, provê-se o comprimento da faixa de desaceleração (transição) realizada com cones, balizas e/ou barreiras, em função da velocidade de aproximação dos veículos.

Onde:

L = comprimento da transição
v = velocidade de aproximação
a = largura da obstrução

A seguir, apresentam-se exemplos esquemáticos de algumas situações de aplicação da sinalização de obras (Figuras 10.56 a 10.58).

TABELA 10.10
COMPRIMENTO DA TRANSIÇÃO, EM METROS, EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE

V (km/h)	L (m)
até 40	13 a
40 - 60	19 a
60 - 80	25 a
80 - 100	31 a

Fonte: CET (1978), V.8, p.46.

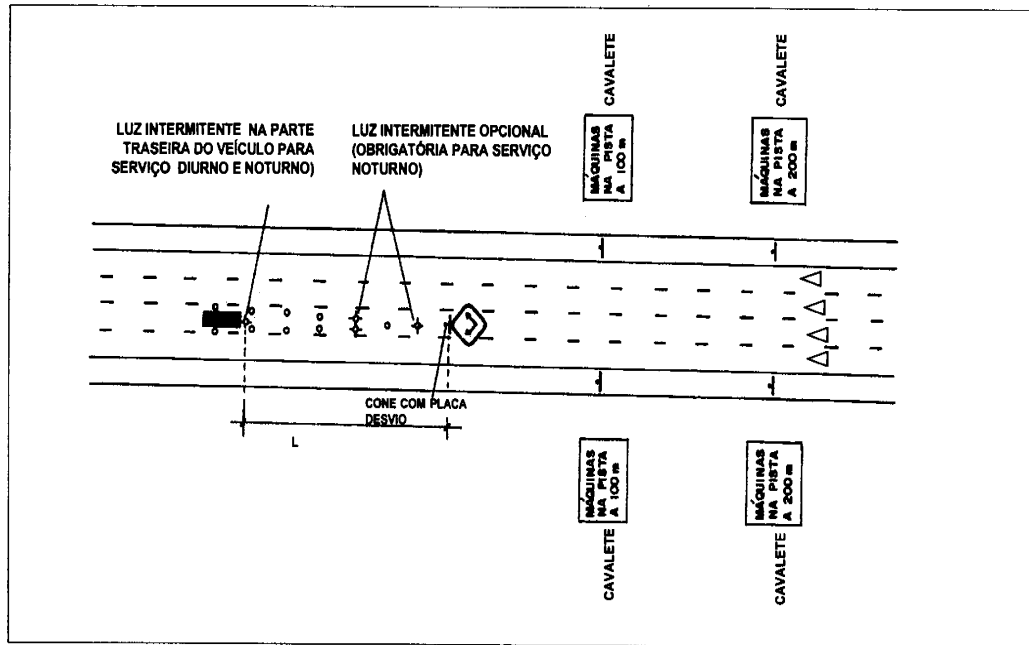
FIGURA 10.56
CONSERVAÇÃO NO MEIO DA PISTA
(VELOCIDADE $\geq$ 60 km/h)

Fonte: CET (1978), V. 8, p.65.

FIGURA 10.57
SERVIÇO RÁPIDO EM POÇO DE VISITA
VIA ARTERIAL (OU COM v$\geq$60 km/h)

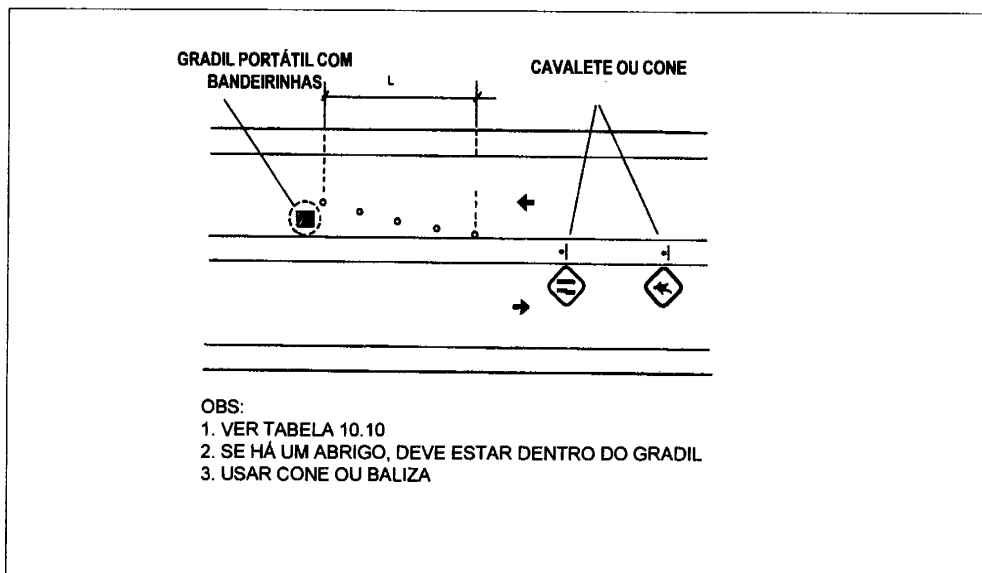
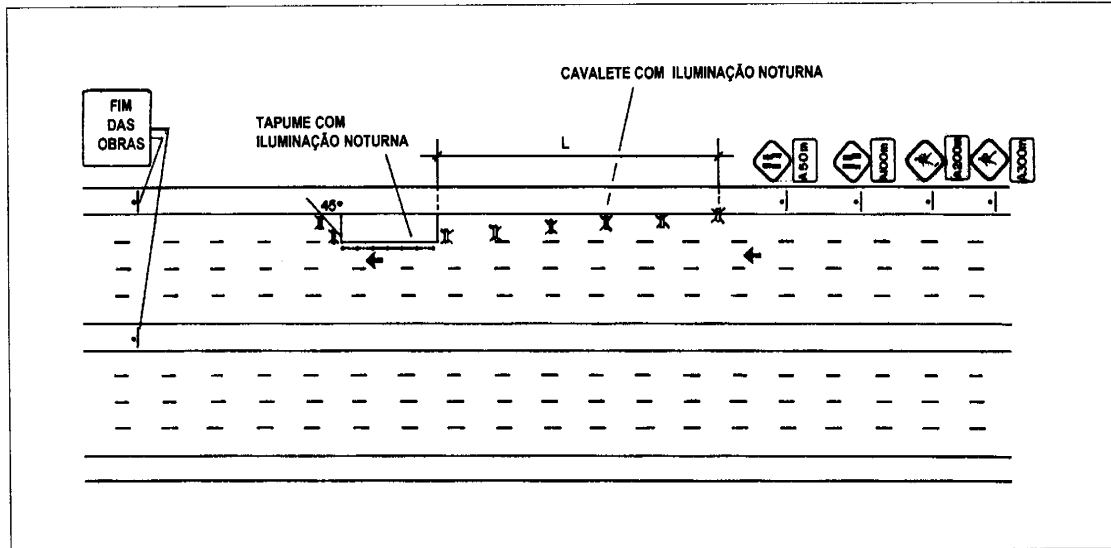
OBS:
1. VER TABELA 10.10
2. SE HÁ UM ABRIGO, DEVE ESTAR DENTRO DO GRADIL
3. USAR CONE OU BALIZA

Fonte: CET (1978), V. 8, p.67.

FIGURA 10.58
ESTREITAMENTO EM VIA DE TRÂNSITO RÁPIDO
(UMA FAIXA; v≥ 60 km/h)

Fonte: CET (1978), V. 8, p. 59.

Projeto de travessia de escolares

Na Cidade de São Paulo, a partir de 1983, implantou-se o "Projeto Travessia de Escolares", que demonstrou ser bastante eficaz. Consiste na utilização de sinalização móvel especial e de orientadores de travessia, em frente às escolas de ensino primário, nos horários de entrada e saída. Essa sinalização móvel especial consta de cinco elementos:

- bonecos avisando da existência de uma escola;
- cones para a canalização;
- placas de advertência da travessia de escolares;
- placas de regulamentação de velocidade;
- placas de parada obrigatória (sinal com legenda PARE).

Chama-se *orientador de travessia*, a pessoa designada pela direção da escola (funcionário ou pai/mãe de aluno) que dirige o trânsito e o detêm com o sinal PARE quando há escolares esperando para cruzar a rua.

É importante que o orientador tenha colete de identificação, preferivelmente com marcas refletivas, e esteja credenciado e treinado pelo órgão responsável pelo trânsito. Não se devem deixar os veículos parados por mais de um minuto.

A sinalização móvel deve ser colocada trinta minutos antes do horário de entrada e retirada apenas depois de concluído o período de entrada. Para a saída, deve-se colocá-la 10 minutos antes do horário de saída e retirá-la apenas depois de concluído este período.

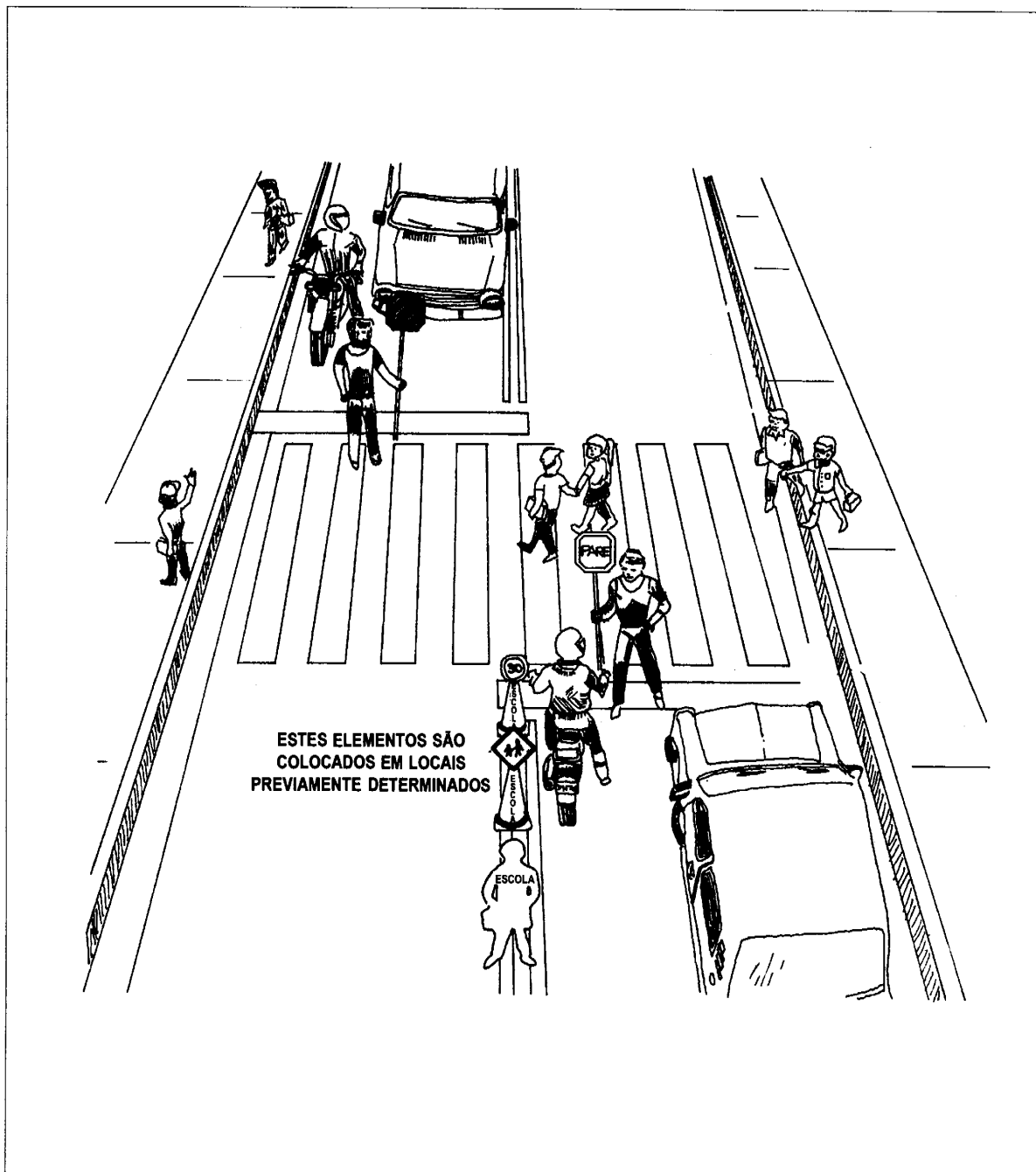
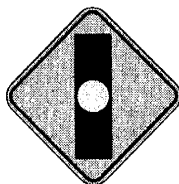
A Figura 10.59 ilustra um exemplo de uma «operação escola», destacando a sinalização móvel e o orientador de travessia.

---

[1] Essas pessoas formam parte substancial da população, embora se costumem perceber apenas os casos extremos de inválidos e pessoas que se deslocam em cadeiras de rodas. Por exemplo, em uma pesquisa em Vancouver, Canadá, constatou-se que 30% dos usuários do metrô apresentavam deficiências visuais (ainda que houvessem muito poucos usuários cegos) e que os usuários sem deficiências físicas também apresentavam dificuldades de locomoção devido à necessidade de carregar crianças, pertences, livros e compras (citado em Wright, 1992, 172-73).

[2] De tal forma que os dispositivos não homologados implantados em algumas cidades do interior do Brasil são chamados coloquialmente «quebra-molas».

[3] Ver, também, o trabalho de Alan Cannel, *The Use of Traffic Signals in Developing Cities*, Crowthorne, Berkshire, Reino Unido: Transport Research Laboratory, Overseas Road Note 13, 1996.

FIGURA 10.59
SINALIZAÇÃO MÓVEL E ORIENTADOR DE TRAVESSIA
"OPERAÇÃO ESCOLA" (SÃO PAULO)

CAPÍTULO 11

CUIDADOS NA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PROJETOS

11.1 Introdução

Neste capítulo, descrevem-se as precauções a serem tomadas para evitar os acidentes, tanto durante a implantação de projetos e melhorias em pontos críticos, como durante a sua fase de manutenção. Com efeito, segundo as experiências de várias cidades, a omissão ou a realização errônea de alguns procedimentos podem ter conseqüências fatais. Este é o caso de acidentes onde a ausência de sinalização temporária adequada foi identificada como fator contribuinte.

11.2 Procedimentos normais de implantação

Os procedimentos descritos neste item apenas são necessários para projetos que provocam alterações de sentido nas vias e requerem mudanças nos hábitos dos condutores e/ou pedestres. Para garantir a segurança dos usuários, até que assimilem as alterações produzidas no sistema viário, devem-se adotar várias medidas.

Os procedimentos normais para a etapa de implantação de um projeto abrangem os que devem ser aplicados:

(i) *antes da implantação* (período que varia entre 2 dias e 1 semana antes da implantação);

(ii) *durante a implantação* (período entre o início da implantação e sua conclusão definitiva); e

(iii) *imediatamente depois da implantação* (período posterior à implantação, no qual funciona um esquema de operação, com uma duração entre 1 dia e 1 semana na maioria dos casos).

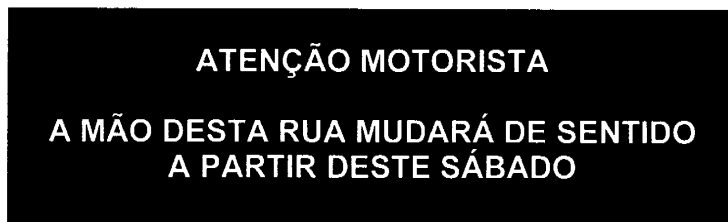
Procedimentos antes da implantação

É aconselhável proceder à implantação do projeto no sábado, quando o trânsito é menos intenso. Caso seja necessário realizar alguma alteração do projeto, em função da avaliação realizada no sábado, seria melhor implementá-la antes de segunda-feira, quando o trânsito volta a intensificar-se.

Durante a semana que precede à implantação, deve-se iniciar a tarefa de informar ao usuário de como isto lhe afetará o trajeto; para isso, será necessário colocar faixas de pano transversais sobre as vias, avisando sobre a alteração do sentido da própria via, ou das vias transversais, e incluindo a data de realização.

Exemplo:

ATENÇÃO MOTORISTA

A MÃO DESTA RUA MUDARÁ DE SENTIDO
A PARTIR DESTE SÁBADO

Também se deve colocar um aviso semelhante sobre as calçadas para informar os pedestres sobre as mudanças.

Nos projetos de desvios de trânsito, a faixa deverá indicar a nova direção que os condutores devem tomar (veja Figura 10.55, no capítulo anterior).

Recomendam-se, ademais, as ações descritas a seguir.

- Distribuição de folhetos informativos, tanto para os condutores como para os pedestres, com explicações e desenhos sobre as modificações e as novas direções alternativas. Estes folhetos devem ser distribuídos dois dias antes da implantação, no próprio dia e no primeiro dia útil depois dela. Como muitas vezes não é possível imprimir uma grande quantidade de folhetos, recomenda-se sua distribuição apenas nas horas de pico. Os locais idôneos para efetuar a distribuição são os cruzamentos com semáforos, existentes perto do ponto de intervenção.
- Distribuição para os meios de comunicação (imprensa, rádio, televisão) de uma nota informativa para sua divulgação, permitindo assim que uma grande parte da população seja informada das modificações.

Os coordenadores responsáveis pelas implantações também deverão tomar as seguintes medidas:

- solicitar uma equipe de "orientadores de travessia" (pessoas que ajudam e orientam aos pedestres nas travessias);
- contactar o órgão responsável pelos transportes coletivos no município, no caso em que haja alterações nas rotas de ônibus e paradas de táxis;
- reunir-se com a polícia para apresentar o projeto e organizar uma estratégia de implantação e de funcionamento;
- prever material de apoio, como reboque, veículos de serviço, rádio transmissor, cavaletes, cones, cordas, coletes refletivos e capas de chuva, material que servirá tanto às equipes de implantação e manutenção, como aos técnicos de engenharia civil e à polícia; e
- convocar uma reunião de todos os participantes na operação, para uma melhor organização e sincronização no projeto.

Procedimentos durante a implantação

No período de implantação, a equipe responsável pela instalação da sinalização deve recorrer (principalmente para a realização da sinalização horizontal e dos semáforos) à colaboração policial, e dispor de material de canalização necessário. As obras na pista podem requerer o fechamento total ou parcial da via. O fechamento deve ser feito com cuidado, utilizando sinalização diurna e noturna e dispositivos apropriados para proteger os usuários da via e os operários que estão trabalhando na implantação do projeto. Para obras de longa duração existem dispositivos especiais para amortecer o impacto de veículos que invadem a área da obra. Os técnicos do projeto deverão acompanhar a equipe de sinalização, para comprovar o cumprimento do projeto e detectar equívocos (inclusive com respeito à elaboração do projeto) e, no caso de encontrá-los, solicitar imediatamente sua retificação. Devem-se tomar, antecipadamente, medidas para reduzir esses equívocos e verificar a adequação do projeto, mediante visitas ao local, antes da implantação.

A partir da "hora zero" do dia da implantação, horário no qual entram em vigor as modificações, deve-se organizar uma estratégia de operação e canalização, cuja duração será decidida pelo coordenador do projeto. Além disso, deverão ser instaladas faixas de pano para os pedestres, substituindo ou não às implantadas anteriormente, que avisem sobre a nova situação.

Exemplo:

ATENÇÃO PEDESTRE

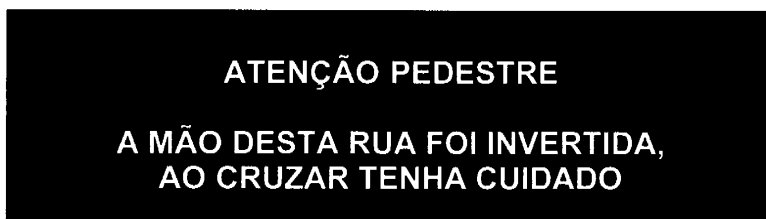
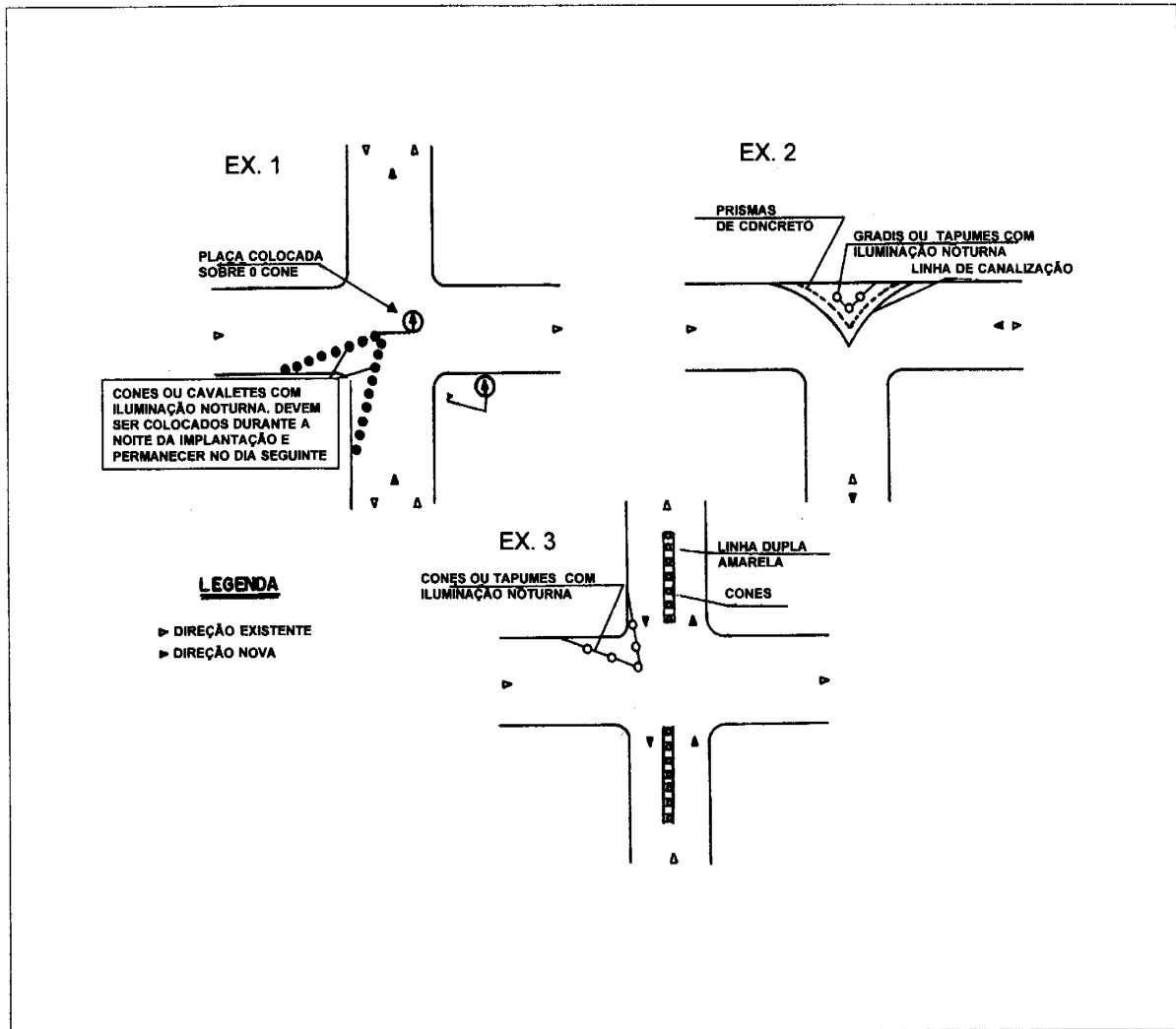
A MÃO DESTA RUA FOI INVERTIDA,
AO CRUZAR TENHA CUIDADO

Seguem alguns exemplos de canalizações cujo objetivo é dificultar os movimentos permitidos até a data e, desta forma, chamar a atenção dos usuários sobre as alteracões efetuadas.

FIGURA 11.1
ESQUEMAS DE CANALIZAÇÃO EM CRUZAMENTOS

Procedimentos imediatamente após a implantação

O processo de informar ao usuário, iniciado antes da implantação, deve continuar, mantendo-se a entrega de folhetos informativos, cartazes (com a informação atualizada), assim como o trabalho dos orientadores de trânsito.

A estratégia de operação organizada para o projeto proporciona, além de orientação, maior segurança aos usuários. Durante esta fase, realizam-se os pequenos ajustes necessários, por exemplo, na programação dos semáforos.

11.3 Precauções especiais na implantação

A seguir, descrevem-se algumas precauções importantes a serem observadas na implantação de qualquer projeto de sinalização viária.

- As pessoas que trabalham na implantação deverão estar uniformizadas com coletes claros e refletivos, além de utilizarem equipamentos disponíveis para canalização de emergência (cones, cavaletes, luzes intermitentes de advertência, etc.).
- Quando se instala uma ilha de prismas de concreto na via, ou outro dispositivo fixo e irremovível, eliminando parcial ou totalmente uma faixa da pista, é imprescindível que as modificações necessárias na sinalização horizontal do balizamento (se houver) sejam executadas *antes* da implantação do dispositivo irremovível, com a finalidade de avisar, com antecipação, aos condutores que iriam utilizar a faixa eliminada. A omissão desta precaução pode inclusive provocar acidentes fatais.
- Nos projetos que incluem a construção de uma lombada (principalmente se for em concreto asfáltico), devem-se colocar cavaletes para estreitar a pista e chamar a atenção dos condutores, enquanto não é instalada a sinalização.
- Em projetos que incluem obras na pista (construção de ilhas, por exemplo) devem-se colocar gradis ou tapumes móveis com iluminação noturna ao redor da obra, até que se instale a sinalização.
- No caso de executar-se a sinalização vertical antes da data de implantação, devem-se manter os sinais envoltos em plástico (não transparente), tendo especial cuidado com os de regulamentação.

Além destes cuidados, nos projetos de sinalização mais complexa, o autor do projeto deve acompanhar a equipe de implantação, já que esta nem sempre consegue interpretar o projeto tal como foi concebido ou perceber os ajustes necessários no local.

11.4 Acompanhamento do desempenho do projeto

Uma vez implantado o projeto, deve-se fazer uma série de atividades para melhorá-lo. O grande indicador da eficácia do projeto é a evolução do índice de acidentes, antes e depois da implantação do projeto, que deve ser demonstrada em um gráfico, partindo de um período anterior (geralmente um ano) e comparando-o como os meses posteriores à implantação. No caso deste não acusar a redução esperada, pode-se detectar, rapidamente, a necessidade de uma nova intervenção no local.

Deve-se prosseguir com a inspeção do local e verificar o comportamento dos usuários em relação ao projeto. Pode haver variações nesse comportamento ao longo do tempo, no que diz respeito à obediência e eficiência dos equipamentos implantados. Por exemplo, fileiras transversais de tachões reduzem drasticamente as velocidades imediatamente depois de sua implantação, porém, à medida que os condutores se dão conta de que podem passar sobre eles sem maiores danos, há um aumento nas velocidades. Os semáforos que foram implantados em locais com baixo volume de veículos também começam a ser desobedecidos algum tempo após à implantação.

Durante as inspeções, deve-se conversar com os moradores, comerciantes e usuários do local, para obter informação complementar sobre o bom funcionamento do projeto ou sobre os problemas que, segundo eles, surgiram ou persistem depois da implantação.

O comportamento deve ser medido mediante avaliações do tipo «antes» e «depois». Assim, por exemplo, quando se implanta um redutor de velocidade, é importante conhecer a velocidade que havia antes, uma semana depois, seis meses depois da implantação, etc., como forma de avaliar o funcionamento do projeto. Inclusive deve-se comparar o volume dos veículos antes e depois, quando o projeto causa certos inconvenientes para a circulação, como é o caso dos semáforos e dos obstáculos redutores de velocidade. Pode ocorrer que os condutores prefiram evitar a via e passem a utilizar vias paralelas, que não estejam preparadas para este aumento de volume.

Cada novo projeto implantado é uma nova lição de comportamento e eficácia, portanto, os autores dos projetos têm a obrigação de aprender e melhorar com a experiência.

11.5 Manutenção

Um dos aspectos mais importantes, geralmente relegado a segundo plano, é a manutenção da sinalização viária. Há projetos que operam com toda eficácia quando recém-implantados e que, poucos anos depois, não apresentam vestígio algum do que fora uma boa sinalização.

É evidente que o respeito e a compreensão da sinalização dependem diretamente de sua correta visualização. Uma interseção com pintura gasta e semáforos sujos e mal programados, não pode funcionar adequadamente. Qualquer tipo de sinalização deve estar em boas condições para conseguir o efeito desejado, o que requer um planejamento do trabalho das equipes e um orçamento destinado à manutenção preventiva ou correção da sinalização.

A dimensão dos equipamentos de manutenção variará em função do tamanho da cidade em que operam, porém até mesmo as cidades pequenas deverão ser dotadas de equipamentos preparados, ao menos, para a manutenção da sinalização vertical e dos semáforos.

A equipe mínima para este tipo de trabalho compõe-se de um condutor, que serve também como auxiliar de serviços gerais, e de um técnico eletricista que, além de cuidar dos semáforos, realiza a manutenção da sinalização vertical.

Os equipamentos necessários para esta pequena equipe são:

- uma caminhonete, preferivelmente com rádio transmissor e dotada de um cesto (plataforma de operação com proteção lateral) e uma escada extensível, que permita alcançar a altura dos semáforos;
- o equipamento e as ferramentas usuais dos eletricistas;
- ferramentas de uso geral (martelo, serrote, chaves, etc.);
- pás, escavadeira manual, enxada, um pouco de cimento e areia para preparar argamassa no local, para fixar as colunas verticais;
- colunas e sinais de reserva dos tipos mais utilizados (PROIBIDO ESTACIONAR, SENTIDO OBRIGATÓRIO, PROIBIDO VIRAR A ESQUERDA, etc.), que permitam a imediata substituição dos sinais danificados;
- lâmpadas, focos e controladores de reserva, para os semáforos; e
- equipamento de limpeza (esponjas, escovas, detergentes, solventes, etc.).

Em cidades maiores, devem-se organizar duas equipes distintas, uma para sinalização vertical e outra para os semáforos.

A sinalização horizontal requer material e mão de obra mais especializadas e o trabalho deve ser realizado por empresas habilitadas. É aconselhável, portanto, fazer um contrato de prestação de serviços com pelo menos uma dessas empresas, para que realizem os trabalhos de manutenção da sinalização horizontal, sempre que o município solicite.

Em todo caso, a manutenção pode ser dividida em preventiva e corretiva.

Manutenção preventiva

A manutenção preventiva tem por objetivo preservar o adequado funcionamento e prolongar a vida útil da sinalização, mediante atuações regulares das equipes de manutenção dos diferentes equipamentos.

A manutenção preventiva dos semáforos deve ser programada para alcançar todos os semáforos da cidade, ao menos uma vez ao ano. As principais atividades a serem efetuadas são estas:

- comprovação da impermeabilização dos focos e, se for necessário, sua renovação;
- limpeza das lentes e dos refletores;
- comprovação da voltagem que está chegando aos focos, e, se não for a especificada, correção do defeito;
- limpeza e lubrificação dos controladores dos semáforos;
- limpeza e, se necessário, pintura das colunas dos semáforos;
- retirada dos elementos que estejam obstruindo a visibilidade do semáforo, como ramos de árvores, cartazes publicitários, bancas de vendedores ambulantes, etc.;
- correção de qualquer irregularidade que esteja ocorrendo, como focos mal orientados, falta de anteparos ou pestanas, acúmulo de sujeira nas lentes, etc.; e
- comprovação da programação dos semáforos e, se não for adequada, proceder os ajustes necessários. É importante que se deixe sempre na caixa do controlador e em local impermeável, uma folha com a programação prevista.

Independentemente das equipes de manutenção, os técnicos também devem comprovar periodicamente o funcionamento da programação dos semáforos, posto que, com o passar do tempo, a capacidade da via pode variar e vir a requerer um novo programa que otimize os intervalos dos semáforos.

Deve-se estabelecer a freqüência das intervenções de manutenção preventiva da sinalização vertical, em função das condições dos locais onde se encontram e dos materiais empregados. Em geral, os sinais, nas áreas industriais ou de muito movimento, necessitam de limpeza com maior freqüência do que nas áreas residenciais. Sugerem-se, em princípio, 4 limpezas anuais para as primeiras e 3 para as segundas. Em ambos os casos, as atividades a serem realizadas são:

- limpeza dos sinais e dos postes com detergentes ou solventes;
- pintura dos postes quando for necessário;
- substituição dos sinais deteriorados;
- relocalização dos equipamentos que estejam fora do local previsto; e
- retirada dos elementos que obstruam a visão, como vegetação, cartazes publicitários, etc.

As inspeções devem recolher dados sobre a qualidade dos materiais empregados e da natureza de sua deterioração com o passar do tempo, permitindo modificações para melhorar os equipamentos.

Manutenção corretiva

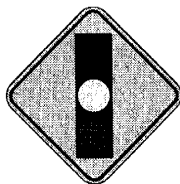
A manutenção corretiva deve ser realizada com rapidez e eficácia, para evitar que os equipamentos deixem de cumprir suas funções e comprometam a segurança do local. A simples ausência de um sinal de sentido único pode fazer com que os veículos entrem em sentido contrário e se choquem de frente, sem que nenhum condutor seja culpado. Da mesma forma, a luz vermelha queimada de um semáforo, na interseção, permite que os veículos passem quando os veículos da outra aproximação têm luz verde. A ausência ou as más condições de sinalização horizontal, também podem provocar acidentes, principalmente de noite e com chuva.

É preciso ter pessoal equipado para manutenção de emergência, assim como um esquema de rápida transmissão de informação a essa equipe, sobre as deteriorações que vão aparecendo. Cada cidade deve ter uma central de informação de trânsito, onde se possa recorrer com os informes ou queixas de sinalização defeituosa e acidentes, defeitos de pavimento, veículos parados ou abandonados, congestionamentos, sugestões sobre o sistema viário, etc. Essa central deve possuir um telefone exclusivo para facilitar que o usuário do sistema viário transmita sua informação e suas queixas. Em cidades pequenas, essa central pode

ser extremamente simples. Em São Paulo, assim como em outros grandes centros urbanos do Brasil, já existe o telefone 194, chamado "telefone de trânsito", que cumpre este papel.

A central de informação deve ter agilidade para entrar rapidamente em contato com a equipe de manutenção, bombeiros, polícia e serviços de auxílio de emergência. Um sistema de comunicação, por rádio, é de grande utilidade nestes casos.

Vandalismo

Em certas áreas, é habitual o roubo ou a destruição deliberada de sinais de trânsito, sem que a polícia consiga identificar e apreender os responsáveis. Nestes casos, além das campanhas cívico-educativas, pode-se recorrer à criatividade quanto à localização e aos materiais utilizados, para desencorajar o roubo e a depredação, sempre e quando se respeitam as disposições do código de circulação.

CAPÍTULO 12

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA[1] DOS PROJETOS

12.1 Introdução

Neste capítulo, propõe-se um esquema didático para a avaliação econômica de projetos destinados a reduzir os acidentes de trânsito, seguindo a metodologia de custos-benefícios.

A avaliação econômica pode ser realizada em diversos momentos do processo de concepção, elaboração, implantação e acompanhamento de um projeto. Neste capítulo trataremos a avaliação (ex-ante) de um projeto já elaborado, porém ainda não implantado. Assim, todos os dados referentes ao período posterior à implantação devem ser estimados, inclusive a redução do número de acidentes e os custos de manutenção do projeto. Para as avaliações que se realizem depois da implantação (ex-post), estes dados estimados deverão ser substituídos pelos dados reais.

O texto é ilustrado com um projeto hipotético, dentro dos parâmetros normais dos projetos de redução de acidentes de trânsito em áreas urbanas.

12.2 Passo 1 – Estimar a vida útil do projeto

Uma vez implantado com êxito um projeto de redução de acidentes de trânsito, quantos anos se pode esperar que perdurem seus efeitos benéficos?

Não se trata aqui de considerar a duração dos materiais de sinalização – supõe-se que haverá uma manutenção adequada – mas sim, considerar as condições de circulação mais seguras do trânsito criadas pelo projeto, em comparação com a situação sem projeto.

Esta pergunta não tem uma resposta padronizada, a não ser «depende...».

Por um lado, encontram-se, por exemplo, as minirrotatórias implantadas nos bairros do Município de São Paulo, há mais de 15 anos, que reduziram em até 80% o número de acidentes, no primeiro ano posterior à implantação, e que todavia encontram-se operando em condições de trânsito similares às daquela época. Por outro lado, existem projetos de emergência implantados em locais nos quais previa-se, em breve, uma intervenção de grande

porte, sabendo-se que haveria mudanças radicais em um ano ou dois após a conclusão das obras, e estes projetos seriam totalmente eliminados.

Entre estes dois extremos há muitos outros casos, que levam à conclusão de que a vida útil de um projeto pode variar de apenas alguns meses até mais de 15 anos.

Aconselha-se tentar estimar a vida útil de um projeto (*n* anos) utilizando os dados disponíveis e a experiência. No caso de ser impossível, e esperando-se que o projeto permaneça por um bom tempo, sugere-se a adoção de um período de 10 anos.

Adotou-se a vida útil de 10 anos para o projeto-exemplo.

12.3 Passo 2 – Calcular o custo de implantação do projeto

O custo de implantação de um projeto típico de engenharia de trânsito, para redução de acidentes, é a soma total dos custos de material, mão de obra e equipamentos empregados. O Anexo III mostra quatro exemplos.

Calculam-se as quantidades de cada componente para cada intervenção a ser realizada (retirar, colocar, pintar, repintar, reposicionar, etc.). Aplicam-se os custos unitários vigentes de obtenção e implantação e, com a soma dos itens, obtém-se o custo total de implantação – CTI.

Somente deverão levar-se em conta os custos de *modificação* da situação existente no local. Por exemplo, se o projeto prevê semáforos em local já equipado com estes dispositivos e sem mudanças em seu número ou tipo, o custo de material em semáforos será nulo (zero). Se o projeto contempla mudanças de posição de um ou mais semáforos, o custo desta modificação deve ser levado em conta. Em outro local, pode haver um projeto que requeira, por exemplo, um aumento dos 8 semáforos existentes para 12 no novo projeto: será contabilizado o custo de obtenção e implantação de 4 semáforos (12 - 8 = 4).

Adotou-se um custo de implantação de US$ 30.000 para o projeto-exemplo com uma vida útil de 10 anos.

Um projeto deste porte poderia incluir, tipicamente, a implantação de semáforos, algumas obras físicas de modificação geométrica e/ou de canalização e a implantação de sinalização horizontal (pintura e/ou tachões) e vertical (placas). Muitos projetos de tratamento eficaz de locais com problemas, custam bem menos do que este valor.

12.4 Passo 3 – Estimar os custos anuais de manutenção para a vida útil do projeto

Os projetos de engenharia de trânsito requerem, uma vez implantados, uma manutenção periódica em função do desgaste dos materiais e desajustes dos equipamentos. Cada tipo ou cada qualidade de material e equipamento, tem seu cronograma apropriado de manutenção e custo. Há pinturas que necessitam de nova cobertura a cada 6 meses e outras, mais caras, que duram 2 anos. Os semáforos podem durar, inclusive, mais de 10 anos.

Os técnicos têm que programar a manutenção estimada para a vida útil de seus projetos, tendo em conta as quantidades e qualidades dos materiais previstos. Logo devem-se aplicar os custos unitários e calcular os custos anuais de manutenção para cada ano de vida útil. Caso seja impossível detalhar a manutenção, por falta de dados e/ou tempo, recomenda-se o procedimento descrito a seguir.

Um projeto pode incluir elementos que requeiram manutenção freqüente, ou ao menos anual, e outros elementos que necessitam de manutenção a cada 2, 3 ou 5 anos. O ajuste dos controladores de semáforos e a substituição das lâmpadas queimadas são exemplos do primeiro tipo; a repintura da sinalização horizontal, feita inicialmente com pintura resistente, é um exemplo do segundo tipo. Deve-se examinar o projeto e estimar dois números:

1. *Manutenção anual* como uma porcentagem do custo total de implantação (CTI). Utilizar, por exemplo, 2% ao ano, caso não haja melhor estimativa.
2. *Manutenção periódica a cada x anos,* como porcentagem do custo total de implantação. Utilizar, por exemplo, 5% do custo total de implantação, a cada 3 anos.

Deste modo, utilizando os números sugeridos anteriormente, os custos anuais estimados para a manutenção são:

TABELA 12.1
CUSTOS ANUAIS DE MANUTENÇÃO DO PROJETO COMO PORCENTAGEM DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

ANO	CUSTO DE MANUTENÇÃO
1	0,02 X CTI
2	0,02 X CTI
3	0,07 X CTI (2%+5%=7%)
4	0,02 X CTI
5	0,02 X CTI
6	0,07 X CTI
etc.	etc.

CTI = Custo total de implantação do projeto

Se o projeto foi elaborado para um local que já possua sinalização, só se deve considerar as diferenças entre os custos de manutenção com o projeto antigo e com o novo. Estas diferenças podem ser positivas, nulas, ou inclusive negativas, em função de que o custo de manutenção do novo projeto seja maior, igual ou menor que o do projeto já existente.

Para o projeto-exemplo, utilizam-se os custos de manutenção expressos como porcentagens do custo total de implantação (US$ 30.000). Adotou-se 2% ao ano, para a manutenção rotineira, e 5% a cada 3 anos para a manutenção periódica. (Ver a tabela de cálculo seguinte.)

TABELA 12.2
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO E DE MANUTENÇÃO DO PROJETO (US$)

ANO	IMPLANTAÇÃO	MANUTENÇÃO ROTINEIRA (2% x CTI)	MANUTENÇÃO PERIÓDICA (5% x CTI)	CUSTO TOTAL
0	30.000	–	–	30.000
1	–	600	–	600
2	–	600	–	600
3	–	600	1.500	2.100
4	–	600	–	600
5	–	600	–	600
6	–	600	1.500	2.100
7	–	600	–	600
8	–	600	–	600
9	–	600	1.500	2.100
10	–	600	–	600

12.5 Passo 4 – Montar o fluxo dos custos anuais

O fluxo anual de custos compõe-se da soma de todos os custos de implantação e manutenção em cada ano da vida útil, ou seja, a soma dos valores obtidos anteriormente nos passos 2 e 3.

Habitualmente, os projetos de engenharia para a redução de acidentes são implantados em pouco tempo (um dia, uma semana; quase sempre em menos de um ano). Nestes casos, pode-se considerar que o desembolso do custo de implantação se realiza no ano «0» (zero), e os desembolsos realizados a partir do ano 1 destinados a pagar os custos de manutenção.

As exceções a esta regra geral são de dois tipos:

(i) projetos grandes cujo período de implantação passa de um ano; e

(ii) projetos cuja implantação está programada em fases, com períodos de um ano ou mais entre as sucessivas fases. Nestes casos pode haver custos de implantação e custos de manutenção no mesmo ano, sendo o custo anual a soma de ambos.

12.6 Passo 5 – Calcular o custo médio anual, para a sociedade, dos acidentes ocorridos no local antes da implantação do projeto (situação «sem projeto»)

O custo de um acidente de trânsito para a sociedade é a soma de todos os custos gerados devido ao ocorrido. Estes custos incluem, entre outros:

- danos aos veículos implicados;
- danos à sinalização viária;
- danos ao equipamento urbano;
- danos a propriedades;
- atendimento policial;
- serviço de resgate de vítimas pelos bombeiros;
- serviços de ambulâncias;
- atendimento médico de emergência;
- atendimento médico em hospitais;
- reabilitação de pessoas feridas e traumatizadas;
- processos jurídicos;
- tempo perdido em congestionamentos;
- combustível queimado em congestionamento;
- perdas de produção;
- fabricação de equipamentos para deficientes físicos; e
- limpeza da pista.

Ainda que não seja totalmente impossível, o cálculo destes custos, para acidentes individuais, exigiria um esforço exagerado em comparação com a utilidade dos resultados. Por conseguinte, a CET determinou valores médios, para sua utilização nas avaliações econômicas dos projetos. Estes valores, que são apresentados na Tabela 12.3, a seguir, procedem da adaptação de estudos estrangeiros à situação brasileira.

TABELA 12.3
CUSTOS DE ACIDENTES EM SÃO PAULO[2]

TIPO DE ACIDENTE	CUSTO MÉDIO (US$)
Sem vítima (s)	1.410
Com vítima(s) leve(s)	3.530
Com vítima(s) grave(s)	17.630
Com vítima(s) fatal(ais)	141.000

Fonte: CET.
Obs: Valores em US$ de 1997

Entre as informações disponíveis sobre os acidentes nem sempre se encontra a discriminação da gravidade dos ferimentos. Podem-se utilizar pesos para acidentes sem vítimas, com vítimas (excluindo pedestres) e atropelamentos. Estes pesos já têm em conta que a maioria das vítimas fatais na Cidade de São Paulo são pedestres e que, entre as vítimas não fatais, a gravidade dos ferimentos sofridos pelos pedestres supera à dos ocupantes de veículos. Desta forma chega-se aos seguintes pesos e custos médios:

TABELA 12.4
CUSTO PONDERADO DE ACIDENTES

TIPO DE ACIDENTE	PESO	CUSTO MÉDIO (US$)
Sem vítima(s)	1	1.410
Com vítima(s) (excluindo pedestres)	4	5.640
Atropelamento	6	8.460

Deve-se calcular o custo total dos acidentes registrados no local do projeto em um período de um ano antes da implantação do mesmo. Tratando-se da avaliação de um projeto ainda não implantado, deve-se calcular o custo dos acidentes registrados no período do ano mais recente disponível. Se há dados para um período superior a um ano, utiliza-se preferivelmente a média anual dos custos dos acidentes registrados nesse período.

Se há ao menos uma vítima fatal entre os acidentados, e caso esteja sendo utilizada a metodologia de discriminação de ferimentos leves, graves e fatais, contabilizando US$ 141.000 por vítima fatal, sugere-se que seja efetuado um cálculo adicional, utilizando-se para as vítimas fatais o valor de US$ 17.630, normalmente destinado aos acidentes com vítimas graves, ainda que não fatais.

Se há ao menos uma vítima fatal entre os acidentados, e se está utilizando o método de pesos, sugere-se, para o cálculo adicional, a substituição para cada acidente com vítima fatal, do custo médio de um acidente (US$ 5.640 ou US$ 8.460) pelo valor de US$ 141.000, tanto no caso de vítimas fatais no veículo como no caso de vítimas fatais por atropelamento.

O cálculo adicional tem por objetivo evitar possíveis polêmicas sobre o valor de uma vida (que inclui o valor presente da média de ganhos futuros de uma pessoa média no Brasil e que contribui à elevação do custo para US$ 141.000), sem perder por isso sua importância. Quase todos os projetos, dos tipos descritos neste livro, apresentam uma elevada viabilidade econômica sem a utilização deste valor. No entanto, este dado pode tornar-se extremamente útil no *marketing* do projeto. Por isso, sugere-se que o cálculo do benefício econômico de projetos, em relação a locais com vítimas fatais, seja sempre executado duas vezes, uma vez com e outra sem o custo da(s) vítima(s) fatal(is).

Supõe-se que os dados sobre os acidentes ocorridos anualmente no local, durante os últimos três anos, período durante o qual não houve nenhuma mudança significativa que pudesse influir sobre os acidentes, sejam, em média, os seguintes:

20 acidentes S/V, por ano

8 acidentes C/V, por ano

3 atropelamentos AT, por ano

Em um dos anos houve 2 vítimas fatais, em outro 1 e em outro 0, dando uma média de uma vítima fatal por ano. Não se dispõe de informação sobre a gravidade dos ferimentos sofridos pelas vítimas não fatais. Assim será adotado o método de pesos conforme apresentado na Tabela 12.5.

TABELA 12.5
CUSTOS DOS ACIDENTES
SEM O PROJETO PROPOSTO (US$ DE 1997)

TIPO DE ACIDENTE	ACIDENTES/ ANO	CUSTO POR ACIDENTE (US$)	TOTAIS (US$)
Sem vítima(s)	20	1.410	28.200
Com vítima(s) (excluindo pedestres)	8	5.640	45.120
Atropelamento	3	8.460	25.380
Total	31	–	98.700

O custo anual dos acidentes antes do projeto era de US$ 98.700, sem incluir o valor de US$ 141.000, de uma vítima fatal. Para ter em conta este valor, substitui-se um acidente C/V (todas as vítimas eram condutores), custo US$ 5.640, por acidente com vítima fatal, custo US$ 141.000. Soma-se, assim, o valor US$ 135.360 (US$ 141.000 menos US$ 5.640) ao total de US$ 98.700, obtendo um novo valor de US$ 234.060, mais do que o dobro do valor obtido sem computar o valor da vítima fatal.

Conclusão – Custo anual dos acidentes sem projeto:

- *US$ 98.700 (sem considerar o custo de vítima fatal);*
- *US$ 234.060 (com custo de vítima fatal).*

12.7 Passo 6 – Calcular o valor da redução de acidentes esperada para o primeiro ano após a implantação do projeto

Durante a fase de elaboração, o projeto foi examinado para verificar se realmente reduziria o índice de acidentes (empregando-se, por exemplo, testes de significância estatística). Portanto, ao chegar à fase presente de avaliação, já se deve ter estimado a quantidade de redução de acidentes prevista para o primeiro ano depois da implantação do projeto.

Dependendo do método de cálculo utilizado, esta redução pode estar expressa:

- como uma porcentagem do número ou número médio de acidentes por ano na situação sem projeto, sem discriminação do tipo ou gravidade; ou
- como porcentagens, talvez distintas, dos números de acidentes sem vítimas, com vítimas (excluindo pedestres) e atropelamentos.

Qualquer que seja o método adotado, o técnico deve calcular, para seu projeto, o valor total dos acidentes que serão evitados no primeiro ano depois da implantação do projeto, utilizando como base os custos resultantes do Passo 5.

Depois da análise destes critérios neste projeto hipotético, chega-se a uma previsão de redução: aproximadamente 30% dos acidentes S/V, 50% dos C/V (excluindo pedestres) e 10% dos AT. Na Tabela 12.6, apresenta-se o cálculo do valor da redução de acidentes esperada para o primeiro ano depois da implantação do projeto.

TABELA 12.6
VALOR DA REDUÇÃO DE ACIDENTES ESPERADA
COMO RESULTADO DO PROJETO (US$ DE 1997)

TIPO DE ACIDENTE	ACIDENTES/ANO (SEM PROJETO)	REDUÇÃO ESPERADA		VALOR DA REDUÇÃO POR ACIDENTE (US$)	VALOR TOTAL (US$)
		%	ACIDENTES/ANO		
S/V	20	30	6	1.410	8.460
C/V	8	50	4	5.640	22.560
AT	3	10	0,3	8.460	2.538
TOTAL	31	–	10,3	–	33.558

Sem ter em conta o valor de um acidente com vítima fatal, o valor da redução esperada para o primeiro ano estima-se em US$ 33.558. Posteriormente, tendo em conta o valor de US$ 141.000 de uma vítima fatal e a redução esperada de 50% para os acidentes C/V, substitui-se a metade do valor de um acidente C/V (US$ 5.640 x 0,5 = US$ 2.820) pela metade do valor de um acidente com vítima fatal (US$1 41.000 x 0,5 = US$ 70.500), adicionando US$ 67.680 (US$ 70.500 menos US$ 2.820) ao total anterior de US$ 33.558, obtendo um valor total de US$ 101.238, o triplo do valor obtido sem considerar o custo de uma vítima fatal.

Assim, os valores estimados da redução de acidentes esperados para o primeiro ano depois da implantação do projeto são:

- *US$ 33.558 (sem custo de vítima fatal);*
- *US$ 101.238 (com custo de vítima fatal).*

Estas reduções representam respectivamente:

- *34% do custo anual dos acidentes sem custo de vítimas fatais, ou seja:*

  (US$ 33.558 / US$ 98.700) x 100%;
- *43,253% do custo anual dos acidentes com custo de vítimas fatais, ou seja:*

  (US$ 101.238 / US$ 234.060) x 100%.

12.8 Passo 7 – Calcular o valor da redução de acidentes esperada para cada ano da vida útil do projeto

O efeito do novo projeto pode variar durante sua vida útil. Se fosse constante, *sem* o projeto haverá sempre uma média de x acidentes por ano e *com* o projeto, uma média de y, sendo o benefício ou a redução, a cada ano, $x - y = z$ acidentes.

Normalmente, a população das áreas urbanas cresce paulatinamente e, pelo menos a médio prazo, a frota de veículos e pedestres em circulação também. Isto significa freqüências crescentes de situações de conflito potencial entre veículos, e entre estes e os pedestres. Por conseguinte, sem intervenções de engenharia de trânsito caberia esperar uma freqüência crescente de acidentes.

Se o efeito do projeto for estimado como uma redução de, por exemplo, 50% dos acidentes no primeiro ano, é razoável pensar que este efeito se manteria, mesmo com trânsito crescente no local. Assim, a cada ano que passara o projeto evitaria 50% de um número crescente de acidentes, Portanto, o número absoluto de acidentes evitados também cresceria. Não são conhecidos estudos sobre a relação entre a taxa de crescimento do trânsito e a taxa de crescimento de acidentes, caso não haja intervenção. Conseqüentemente, recomenda-se, como uma aproximação razoável, a hipótese de taxas iguais para o crescimento do trânsito e dos acidentes.

A população de São Paulo cresce entre 2 e 3% ao ano. Recomenda-se, dentro de uma hipótese conservadora, a utilização de uma taxa de 2% ao ano para o incremento do valor da redução de acidentes: caso no primeiro ano a redução de acidentes prevista for de z acidentes, no segundo ano será $(1{,}02)z$, no terceiro $(1{,}02) \times (1{,}02)z$, etc.

Não se deve aplicar esta regra aleatoriamente: mais uma vez "depende...". Por exemplo, caso no local do projeto, ou em seus arredores, esteja sendo construído um centro comercial, seria muito provável que a taxa de crescimento do trânsito fosse bastante superior a 2-3% anuais, pelo menos nos primeiros anos de funcionamento deste pólo gerador. Caso seja possível fazer ou obter estimativas das taxas anuais de crescimento, estas devem ser utilizadas na avaliação do projeto.

Por outro lado, pode haver um projeto localizado no centro de uma área urbana, já totalmente desenvolvida e edificada, com um fluxo de trânsito próximo à saturação de sua capacidade. Neste caso, talvez seja mais justificável manter os benefícios constantes durante toda a vida útil do projeto.

O técnico deve tomar as decisões necessárias e estimar o valor da redução de acidentes, para cada ano da vida útil do projeto.

No projeto-exemplo adotou-se um fator de crescimento geral de 2,5% ao ano, em sua área de influência. Na tabela seguinte, apresenta-se o cálculo dos custos totais anuais de acidentes com e sem projeto, levando em consideração, ou não, o valor de uma vítima fatal. Proporciona-se também os valores anuais das reduções de acidentes esperadas. Estes valores podem ser calculados tanto como as diferenças em cada ano entre os valores totais dos acidentes com e sem projeto ou simplesmente através da aplicação do fator geral de crescimento (2,5%) anualmente ao valor da redução, tomando como base o valor da redução do primeiro ano (ver Tabela 12.7).

12.9 Passo 8 – Calcular os valores presentes dos custos e dos benefícios anuais

Até este ponto da avaliação, conseguiu-se determinar uma vida útil para o projeto e montar um fluxo de custos anuais e outro de benefícios anuais. Normalmente, o fluxo de custos apresenta um custo de implantação relativamente alto no ano zero (ou nos primeiros anos em caso de projetos de grande porte) e custos mais baixos de manutenção nos anos seguintes. Com características bem diferentes, o fluxo de benefícios apresenta normalmente zero no ano zero (implantação), e um valor moderado no primeiro ano, o qual permanece constante ou vai crescendo lentamente durante a vida útil do projeto.

Na hora de comparar estes fluxos, depara-se com um problema: o valor do dinheiro em relação ao tempo. Não se trata de um problema de inflação, esta pode ser compensada por correção monetária. Trata-se de responder à pergunta: o que é preferível: receber US$ 1.000 hoje ou dentro de um ano?[3] Está claro que se o dinheiro for recebido hoje e investido com uma taxa de juros de 12% ao ano, ao final de um ano obter-se-á US$ 1.120. O mais vantajoso é receber o dinheiro o quanto antes possível.

Neste exemplo, poder-se-ia dizer que, quando o juro continua sendo de 12%, então o valor presente de US$1.120 a ser recebido ao final de um ano é:

US$1.120 / 1,12 = US$ 1.000

TABELA 12.7
CUSTOS E BENEFÍCIOS ANUAIS ESPERADOS COM O PROJETO (US$)

ANO	CUSTO DOS ACIDENTES SEM PROJETO		CUSTO DOS ACIDENTES COM PROJETO		BENEFÍCIOS: REDUÇÃO DO CUSTO DE ACIDENTES	
	SF	CF	SF (-34%)	CF (-43,253%)	SF	CF
0	-	-	-	-	-	-
1	98.700	234.060	65.142	132.822	33.558	101.238
2	101.168	239.912	66.771	136.143	34.397	103.769
3	103.697	245.909	68.440	139.546	35.257	106.363
4	106.289	252.057	70.151	143.035	36.138	109.022
5	108.946	258.358	71.905	146.611	37.042	111.748
6	111.670	264.817	73.702	150.276	37.968	114.541
7	114.462	271.438	75.545	154.033	38.917	117.405
8	117.323	278.224	77.433	157.884	39.890	120.340
9	120.256	285.179	79.369	161.831	40.887	123.349
10	123.263	292.309	81.353	165.877	41.909	126.432

Obs.:
SF - sem custo de vítima fatal
CF - com custo de vítima fatal
Taxa de crescimento geral adotada: 2,5% ao ano

Caso a opção tenha sido pelo recebimento dos US$ 1.000 ao final de um ano, o valor presente seria:

US$ 1.000 / 1,12 = US$ 892,86

ou US$ 107,14 menos.

Assim, são comparados ambos os fluxos de dinheiro, transformando tudo em valor presente. No caso dos custos de manutenção isto significa ter que responder à seguinte pergunta: quanto dinheiro deve ser depositado hoje no banco, com rendimento de juros, para que se obtenha «C_t» dólares no ano «t», quantidade que será suficiente para que se pague os custos de manutenção desse ano?

No caso dos benefícios isto significa responder à pergunta: qual é a quantia necessária para se receber hoje um benefício de «B_t» dólares que normalmente só seria gerado no ano t?

Respondendo à primeira pergunta: para obter C_t, dólares no ano t, com uma taxa de juros «i» por ano, seria necessária hoje uma quantia que, após o recebimento dos juros, e os juros sobre os juros durante t anos, alcançando-se o valor C_t. Se esse valor é chamado C_0, então:

$$C_t = C_o\ (1+i)^t \qquad (12.1)$$

e

$$C_o = \frac{C_t}{(1+i)^t} \qquad (12.2)$$

Assim, para poder obter US$ 10.000 em valores constantes, dentro de 3 anos, com 12% de juros ao ano, teria que depositar hoje:

$$C_o = \frac{\text{US\$ } 10.000}{(1+0,12)^3} = \frac{\text{US\$ } 10.000}{1,4049} = \text{US\$}7.117,80$$

No contexto da avaliação de projetos, isto significa que um custo de US$ 10.000 desembolsado no terceiro ano depois da implantação do projeto, descontando a uma taxa de 12% ao ano, terá um valor presente de US$ 7.117,80.

Em resposta à segunda pergunta, se uma redução de acidentes (benefício) com um valor de US$ 4.000 prevista

para o quarto ano depois da implantação do projeto, pudesse ser recebida hoje, antecipadamente, teria o valor calculado a seguir, utilizando-se uma taxa de desconto de 12% ao ano:

$$B_0 = \frac{US\$4.000}{(1+0,12)^4} = \frac{US\$\ 4.000}{1,5735} = US\$\ 2.542,07$$

Resta eleger a taxa de desconto (juros) mais adequada para este tipo de avaliação de projetos. Aqui se utiliza 12% de juros reais ao ano, adotado por bancos multilaterais como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

O técnico deve calcular o valor presente de cada elemento anual do fluxo de custos e do fluxo de benefícios de seu projeto utilizando a taxa de desconto de 12% ao ano.

Exemplo: apresentam-se, na tabela seguinte, os fluxos de benefícios e custos anuais, calculados anteriormente nos passos 7 e 4, respectivamente, e seus valores presentes, no ano 0, aplicando uma taxa de desconto de 12% ao ano.

TABELA 12.8
CUSTOS E BENEFÍCIOS ESPERADOS DO PROJETO (US$)

ANO	VALORES CORRENTES			VALORES PRESENTES		
	BENEFÍCIOS		CUSTOS	BENEFÍCIOS		CUSTOS
	SF	CF		SF	CF	
0	–	–	30.000	–	–	30.000
1	33.558	101.238	600	29.963	90.391	536
2	34.397	103.769	600	27.421	82.724	478
3	35.257	106.363	2.100	25.095	75.707	1.495
4	36.138	109.022	600	22.967	69.286	381
5	37.042	111.748	600	21.018	63.409	340
6	37.968	114.541	2.100	19.236	58.030	1.064
7	38.917	117.405	600	17.604	53.108	271
8	39.890	120.340	600	16.111	48.603	242
9	40.887	123.349	2.100	14.744	44.481	757
10	41.909	126.432	600	13.494	40.708	193
TOTAL				207.652	626.447	35.759

Obs.:
Os totais podem diferir da soma das colunas por problemas de arredondamento.
SF - sem custo de vítima fatal.
CF - com custo de vítima fatal.

12.10 Passo 9 – Calcular os valores presentes totais dos custos e dos benefícios

Somando-se os valores presentes dos custos anuais, obtém-se o valor presente total dos custos do projeto, *C*, que equivale à quantia que deveria ser depositada no banco em uma conta de poupança, ao iniciar-se o projeto, com juros reais (descontando a inflação) de 12% ao ano, para pagar todos os custos de implantação e manutenção previstos para a vida útil do projeto.

No projeto-exemplo, conforme apresentado na última coluna da Tabela 12.8, o valor presente total dos custos é de US$ 35.759. Somando-se os valores presentes dos benefícios anuais, obtém-se o valor presente total dos benefícios do projeto, B, o que equivale a US$ 207.652 sem considerar o custo de vítima fatal (antepenúltima coluna da Tabela 12.8), e US$ 626.447, com a consideração do custo de vítima fatal (penúltima coluna da Tabela 12.8).

12.11 Passo 10 – Calcular o valor presente líquido (VPL) do projeto

Subtraindo o valor presente total dos custos do projeto, *C*, do valor presente total dos benefícios do projeto, *B*, chega-se ao valor presente líquido (VPL) do projeto:

$$B - C = VPL \qquad (12.3)$$

com:

$$B = \sum_{t=o}^{T} \frac{B_t}{(1+i)^t}$$

e

$$C = \sum_{t=o}^{T} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

onde: B_t = benefícios no ano t

C_t = custos no ano t

i = taxa anual real de desconto

T = vida útil do projeto em anos

No projeto-exemplo, sem considerar o custo de uma vítima fatal, o VPL é (valores da última linha da Tabela 12.8):

B–C = US$ 207.652–US$ 35.759 = US$ 171.893,

e, considerando o custo de uma vítima fatal:

US$ 626.447 – US$ 35.759 = US$ 590.688.

Neste caso, VPL > 0 e o valor presente líquido mede o excedente dos benefícios do projeto sobre os custos de sua implantação e manutenção, havendo descontado todos os custos e benefícios à taxa real de juros de 12% ao ano. Caso o VPL tivesse sido negativo, indicaria que os custos superariam os benefícios (ambos descontados).

Este número é útil para comparar projetos de magnitudes semelhantes, porém não deve ser interpretado isoladamente, quando se comparam projetos díspares, porque não fornece informação sobre a eficácia econômica do projeto, como se mostra para dois projetos hipotéticos na Tabela 12.9.

TABELA 12.9
DOIS PROJETOS COM VALORES PRESENTES IGUAIS E CUSTOS E BENEFÍCIOS DISTINTOS (US$)

PROJETO	VALOR PRESENTE BENEFÍCIOS	VALOR PRESENTE CUSTOS	VALOR PRESENTE LÍQUIDO
1	2.000	1.000	1.000
2	20.000	19.000	1.000

Ambos os projetos apresentam o mesmo valor presente líquido, porém cada dólar investido no Projeto 1 tem um rendimento de 2 dólares de benefício, contra apenas US$ 1.05 para o Projeto 2 (US$ 20.000 / US$ 19.000 = US$ 1,05).

Para superar esta limitação do critério VPL, utiliza-se a razão benefícios/custos e a taxa interna de retorno (TIR) do projeto.

12.12 Passo 11 – Calcular o índice benefício/custo (B/C)

Calcula-se o índice benefício/custo (B/C) de um projeto, dividindo-se o valor presente total dos benefícios pelo valor presente total dos custos.

$$B/C = \frac{\sum_{t=o}^{T} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=o}^{T} \frac{C_t}{(1+i)^t}} \qquad (12.4)$$

Quando B/C é maior que 1 (>1), cada dólar investido no projeto rende mais de um dólar em valor de acidentes evitados. Por exemplo, um índice de 2,5 significa que cada dólar investido produziu 2,5 dólares de acidentes evitados, um ótimo resultado.

Um índice menor que 1 (<1) significa que, ainda que o projeto tenha gerado uma redução de acidentes, o custo foi relativamente alto: cada dólar investido teve um rendimento inferior a um dólar em acidentes evitados. Isto não implica necessariamente que se deva descartar o projeto. Autoridades públicas que outorgam prioridade à redução de mortos e feridos em acidentes de trânsito podem querer implantar um projeto caro e pouco eficiente economicamente, mas cujos resultados convergem com as prioridades.

Os valores presentes dos benefícios e custos correspondentes ao projeto-implantado já se encontram calculados na última linha da Tabela 12.8.

Sem considerar o custo de uma vítima fatal, o índice benefício/custo do projeto-exemplo é:

B/C = 207.652 / 35.759 = 5,81;

e, considerando o custo de uma vítima fatal:

B/C = 626.447 / 35.759 = 17,52.

No primeiro caso, cada dólar investido tem um rendimento de US$ 5,81 e, no segundo, um de US$ 17,52.

12.13 Passo 12 – Calcular a taxa interna de retorno (TIR) do projeto

A taxa interna de retorno (TIR) do projeto é a taxa de desconto que se traduz em valores presentes totais iguais para benefícios e custos, o que significa que o valor presente líquido do projeto é igual a 0 e o índice de benefício/custo é 1.

A TIR indica o retorno do projeto em porcentagem e é calculada através da seguinte fórmula:

$$\sum_{t=o}^{T} \left(\frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \right) = O \qquad (12.5)$$

onde r é a TIR do projeto e os outros termos mantêm as definições anteriores.

Observa-se que, na fórmula (12.5), a taxa de desconto *r* é a incógnita que se quer calcular, enquanto que nas equações (12.1) e (12.4) a taxa de desconto *i* é um valor fixado arbitrariamente (= 0,12 nos exemplos). No entanto, é necessário comparar a TIR com um valor considerado como mínimo aceitável para saber se é satisfatório ou não; neste exemplo, são satisfatórios TIRs > 12% e não satisfatórios TIRs < 12%.

A fórmula (12.5) não pode ser resolvida de forma matemática simples e se calcula por aproximações sucessivas.

Enquanto se pode calcular a VPL ou a B/C com uma simples calculadora de bolso, a TIR é calculada, quase unicamente, com um computador e *software* de de planilha de cálculo eletrônica como EXCEL, Lotus 1-2-3 ou Quattro-Pro.[4]

O cálculo é ilustrado na Tabela 12.10 para os benefícios sem considerar vítimas fatais. Utiliza-se a última coluna, benefícios líquidos (B_t - C_t), aplicando a função matemática das planilhas eletrônicas @ IRR (ou @ TIR) aos valores desta coluna, onde IRR refere-se às versões em inglês (*internal rate of return*).

TABELA 12.10
FLUXO DE BENEFÍCIOS LÍQUIDOS E CÁLCULO
DA TAXA INTERNA DE RETORNO (US$ NOMINAIS)

ANO	BENFÍCIOS SF	CUSTOS	BENEFÍCIOS LÍQUIDOS
0	0	30.000	(30.000)
1	33.358	600	32.958
2	34.397	600	33.797
3	35.257	2.100	33.157
4	36.138	600	35.538
5	37.042	600	36.442
6	37.968	2.100	35.868
7	38.917	600	38.317
8	39.890	600	39.290
9	40.887	2.100	38.787
10	41.909	600	41.309
		TIR =	1,12

Obtém-se a TIR do projeto-exemplo de 112%, sem ter em conta o custo das vítimas fatais.[5]

Deve-se ter cuidado com esta rotina quando o sinal dos valores da coluna de benefícios líquidos muda mais de uma vez, já que a equação (12.5) pode dar raízes múltiplas, sem sentido econômico.

12.14 Passo 13 – Calcular o período de retorno («payback»)

Pode-se calcular o número de anos necessários para que os benefícios cubram os custos do projeto. Isto requer apenas o somatório, anualmente, do valor acumulado dos benefícios menos os custos, em valores presentes, já disponíveis na Tabela 12.8. Considerando apenas o caso sem custo de vítima fatal, temos os valores da Tabela 12.11.

TABELA 12.11
PERÍODO DE AMORTIZAÇÃO (RETORNO) DO PROJETO

ANO	VALORES PRESENTES (US$)			
	BENEFÍCIOS SF	CUSTOS	B_t-C_t	Σ (B_t-C_t)
0	–	30.000	-30.000	-30.000
1	29.963	536	29.427	-573
2	27.421	478	26.943	26.370

Fonte dos dados das colunas 1, 2 e 3: Tabela 12.8.

O valor líquido acumulado de benefícios menos custos (a última coluna da direita da Tabela 12.10) aproxima-se de zero no primeiro ano e torna-se positivo no segundo ano, ou seja, em pouco mais de um ano os benefícios recebidos pelo projeto superam os custos.

Quando se inclui o valor da redução de uma vítima fatal, constata-se na Tabela 12.8 que os benefícios do primeiro ano apenas (US$ 90.391) superam em quase três vezes os custos de implantação (US$ 30.000) e manutenção do primeiro ano (US$ 536).

Tal como ocorreu neste exemplo, há muitos projetos pequenos que geram benefícios líquidos, ao final de um ou dois anos. Assim, merecem ser implantados, ainda quando existam planos para realização de obras maiores na via, a médio prazo, e se estima que estes projetos terão uma vida relativamente curta.

12.15 Passo 14 – Fazer análise de sensibilidade

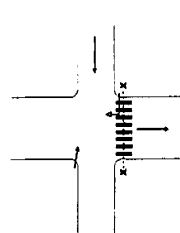
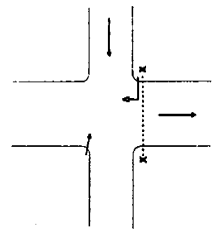
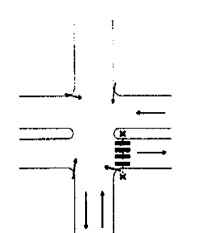
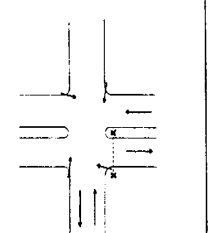
Em alguns projetos, os resultados da avaliação econômica podem ser completamente alterados por pequenas mudanças nos valores de um ou alguns poucos parâmetros.

Para saber se os resultados são sensíveis às ditas variações, deve-se estimar a margem de variação dos parâmetros chaves e refazer os cálculos de VPL e de TIR (e, se resulta pertinente, de B/C e do período de retorno).

Como exercício, o leitor poderá verificar que VPL>0 e TIR>12% para o projeto original, todavia no caso de um grande incremento (como 25%) nos custos e uma redução semelhante nos benefícios.

A análise de sensibilidade é necessária nos casos em que a TIR está próxima ao valor mínimo aceitável.

12.16 Conclusão

A avaliação econômica de projetos, apresentada aqui de forma simplificada, pode ser uma ferramenta útil para distinguir entre projetos de alta e baixa rentabilidade, particularmente no caso típico em que há mais projetos do que se podem implantar com os recursos disponíveis e se torna necessário selecionar aqueles que possuem maior impacto em relação aos custos. Isto pode ser feito com a colocação dos projetos em ordem, segundo suas TIRs, maximizando assim o VPL sujeito à restrição orçamentária.

O cálculo dos indicadores de rentabilidade também pode ser útil para convencer as autoridades pertinentes a aumentarem a rubrica orçamentária para projetos de redução de acidentes, já que estes podem gerar, habitualmente, grandes benefícios econômicos e sociais.

---

[1] Utiliza-se aqui a metodologia tradicional de avaliação econômica de projetos, benefícios/custos, porém sem os ajustes que fazem os economistas para compensar os impostos, subsídios e outras distorções nos preços de mercado. Estes tópicos estão fora do âmbito do presente trabalho e não afetam substancialmente as conclusões da grande maioria das avaliações dos projetos aqui citados.

[2] Estes dados aplicam-se a São Paulo em 1997; podem não representar os custos em outros locais e devem ser atualizados periodicamente.

[3] Supõem-se que se agregaria ao valor nominal a inflação da moeda, mantendo-se constante o valor de compra da moeda. Todos os cálculos deste capítulo supõem que se trata de tais *valores constantes*.

[4] As quais também são utilizadas para calcular VPL e B/C na maioria das aplicações reais.

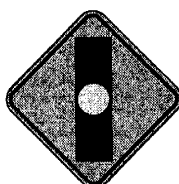
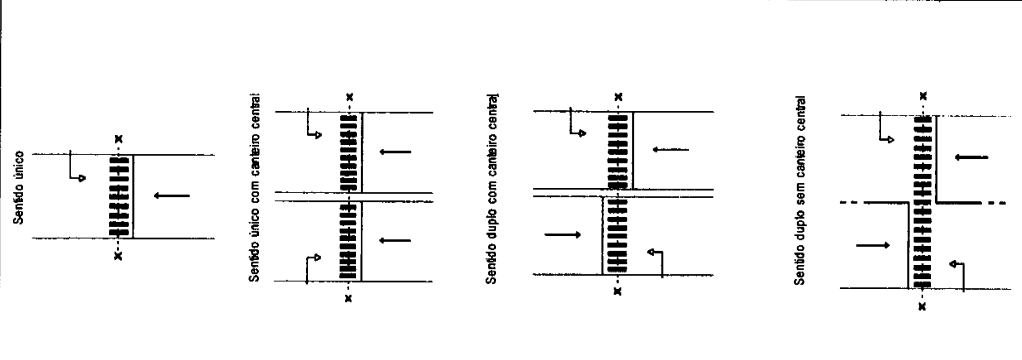
[5] Como exercício, o leitor poderá repetir os cálculos para incluir o custo de vítimas fatais (TIR = 338%).

ANEXO I
TABELAS DE APOIO PARA VISTORIAS

Tabela AI.1: Atropelamentos em interseção com semáforos: saída de interseção

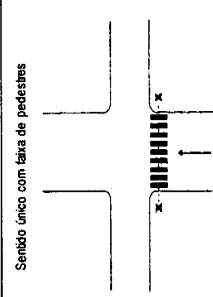
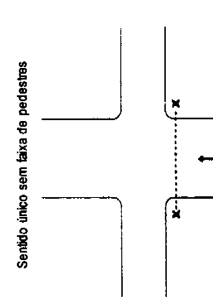
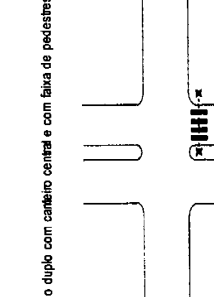
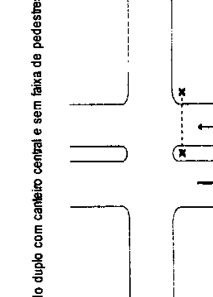
Local do atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis Melhorias										
Interseção com semáforos: saída da interseção (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Deslocar faixa de pedestres e implantar fase de pedestres	2. Implantar semáforos e fase de pedestres	3. Implantar placas de serviços e/ou educativas para os pedestres	4. Implantar gradis (acredita-se que melhorará a segurança)	5. Implantar placas de advertência para os condutores	6. Implantar placas educativas para os condutores	7. Aumentar a visibilidade dos semáforos	8. Retirar os obstáculos à visibilidade para pedestres e veículos	9. Implantar dispositivos redutores de velocidade	10. Implantar dispositivos de fiscalização automáticos	11. Implantar alargamento da calçada na esquina
Sentido único com faixa de pedestres	1. PEDESTRES cruzam em brechas de duração insuficiente na mudança de fase	m	m			m			m			
	2. PEDESTRES iniciam a travessia durante a fase em vermelho geral, porém completam durante a fase em verde para veículos	m	m			m			m			
Sentido único sem faixa de pedestres	3. PEDESTRES iniciam a travessia durante a fase verde para veículos	m	m	m		m			m			
	4. PEDESTRES cruzam sem olhar para todos os possíveis fluxos perigosos de veículos para eles	m	m	m		m			m			
Sentido duplo com canteiro central e faixa de pedestres	5. PEDESTRES cruzam fora da faixa de pedestres*	m	m	m	m	m			m			
	6. VEÍCULOS não param no início da fase em vermelho para eles					m	m	m	m	m	m	
Sentido duplo com canteiro central e sem faixa de pedestres	7. VEÍCULOS param no semáforo em vermelho, porém seguem antes da fase verde						m				m	
	8. VEÍCULOS não param no semáforo em vermelho					m	m	m	m	m	m	
	9. VEÍCULOS estacionados prejudicando a visibilidade											m

m= melhoria a ser considerada — semáforo em coluna simples — semáforo em braço projetado — *o local eleito pelos pedestres pode ser mais seguro que a faixa de travessia - avalie

Tabela AI.2: Atropelamento em trecho com semáforo: com faixa de travessia de pedestres pintada

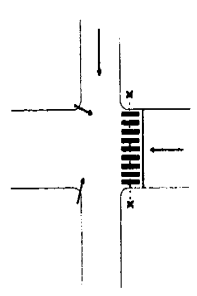
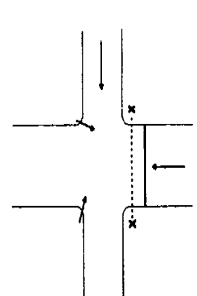
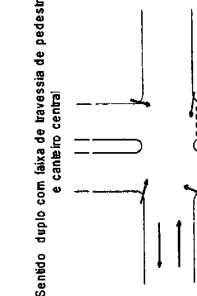
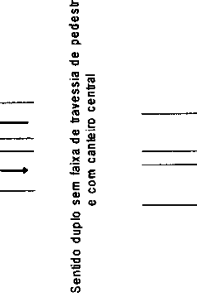
Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias													
Trecho com semáforo: com faixa de pedestres pintada (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar fase e semáforo de pedestres	2. Implantar semáforo de ativação manual	3. Construir refúgio ou canteiro central	4. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	5. Implantar placas de advertência para os condutores	6. Implantar placas educativas para os condutores	7. Aumentar visibilidade dos semáforos	8. Aumentar fase verde do semáforo de pedestres	9. Implantar dispositivos de redução de velocidade	10. Implantar gradil para canalização de pedestres	11. Aumentar largura da faixa de pedestres se não for suficiente	12. Colocar antiderrapante	13. Retirar obstáculos à visibilidade	14. Implantar dispositivos de fiscalização automática
Sentido único	1. PEDESTRES completam a travessia depois do início da fase em verde para veículos	m	m	m		m			m			m		m	
	2. PEDESTRES iniciam a travessia durante a fase em verde para veículos	m	m	m		m						m		m	
Sentido único com canteiro central	3. PEDESTRES cruzam sem olhar se veículos se aproximam	m	m	m	m	m								m	
	4. PEDESTRES cruzam fora da faixa de pedestres*	m	m	m	m	m			m		m	m		m	
Sentido duplo com canteiro central	5. VEÍCULOS não param no princípio da fase em vermelho					m	m	m		m				m	m
	6. VEÍCULOS param com o semáforo em vermelho, porém partem antes da fase em verde						m							m	m
	7. VEÍCULOS não param no semáforo em vermelho					m		m		m			m	m	m
Sentido duplo sem canteiro central	8. VEÍCULOS estacionados prejudicando a visibilidade													m	
	9. VEÍCULOS param, porém invadem a faixa de pedestres						m	m		m			m	m	m
	10. VEÍCULOS param, porém freando bruscamente ou derrapando					m		m		m			m	m	

m= melhoria a ser considerada

Posição do semáforo (semáforo em braço projetado)

*o local eleito pelos pedestres pode ser mais seguro que a faixa de travessia - avalie

Tabela AI.3: Atropelamentos em interseção sem semáforos: aproximação de interseção

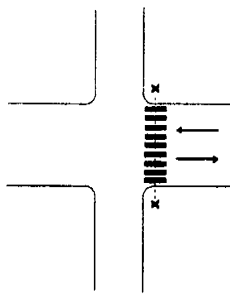
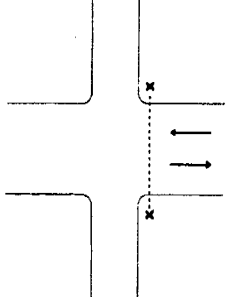
Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias									
Interseção sem semáforos: aproximação de interseção (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	2. Aumentar freqüência e/ou duração das brechas controlando o trânsito das vias adjacentes	3. Implantar refúgio se a travessia é larga	4. Implantar placas de advertência para os conductores	5. Implantar semáforos	6. Implantar gradil para canalização de pedestres	7. Retirar obstáculos à visibilidade para pedestres e veículos ou alargar a calçada	8. Implantar dispositivos redutores de velocidade	9. Implantar antiderrapante ao longo da faixa de pedestre	10. Construir refúgio
Sentido único com faixa de pedestres	1. PEDESTRES não esperam as brechas adequadas	m	m	m	m	m					m
	2. PEDESTRES têm dificuldade para avaliar brechas em via larga		m	m	m	m					m
Sentido único sem faixa de pedestres	3. PEDESTRES quase não encontram brechas aequadas - trânsito contínuo		m	m	m	m					m
	4. PEDESTRES cruzam sem olhar o trânsito que se aproxima	m		m	m	m					
Sentido duplo com canteiro central e com faixa de pedestres	5. PEDESTRES cruzam fora da faixa de pedestres - afastada da esquina*	m		m		m	m				m
	6. VEÍCULOS estacionados prejudicando a visibilidade							m			
Sentido duplo com canteiro central e sem faixa de pedestres	7. VEÍCULOS com excesso de velocidade				m				m		
	8. VEÍCULOS param subitamente, com dificuldade, para evitar atropelamentos				m			m	m	m	

m= melhoria a ser considerada

*o local eleito pelos pedestres pode ser mais seguro que a faixa de travessia - avalie

Tabela AI.4: Atropelamentos em interseção sem semáforo: saída de interseção

Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias									
Interseção sem semáforos: saída de interseção (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar semáforos	2. Aumentar freqüência e/ou duração das brechas controlando o trânsito nas vias adjacentes	3. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	4. Implantar placas educativas para condutores	5. Implantar/ incrementar sinais de regulamenta-ção de velocidade	6. Implantar sinalização vertical e/ou horizontal para condutores	7. Implantar dispositivos redutores de velocidade	8. Retirar obstáculos à visibilidade de pedestres e veículos	9. Construir alargamento da calçada na esquina	10. Construir refúgio
Sentido único com faixa de pedestres	1. BRECHAS de duração e/ou freqüência insuficientes	m	m								m
	2. PEDESTRES cruzam sem esperar brechas adequadas	m	m	m			m	m	m		m
Sentido único sem faixa de pedestres	3. PEDESTRES não olham para todas as direções de aproximação de veículos	m		m			m	m	m		
	4. VEÍCULOS: condutores ao fazer conversão não dão preferência aos pedestres				m		m	m	m		
Sentido duplo com faixa de pedestres e canteiro central	5. VEÍCULOS estacionados prejudicando a visibilidade								m	m	
Sentido duplo com canteiro central e sem faixa de pedestres	6. VEÍCULOS com excesso de velocidade	m				m	m	m	m		

m= melhoria a ser considerada

Tabela AI.5: Atropelamentos em interseção com semáforos: aproximação de interseção

Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias											
Interseção com semáforos: aproximação de interseção (escolher o diagrama que corresponde ao local do estudo)		1. Implantar semáforos para pedestre	2. Implantar refúgio se a distância de travessia é grande	3. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	4. Implantar sinais de advertência para os condutores	5. Implantar sinais educativos para os condutores	6. Aumentar a visibilidade dos semáforos	7. Retirar os obstáculos à visibilidade para pedestres e veículos	8. Implantar dispositivos para a redução de velocidade	9. Implantar gradis de canalização de pedestres	10. Aumentar a largura da faixa de pedestre se não for suficiente	11. Implantar dispositivos de fiscalização automática	12. Construir alargamento da calçada na esquina
Sentido único com faixa de travessia de pedestres	1. PEDESTRES completam a travessia depois do início da fase em verde para os veículos	m	m		m			m			m		m
	2. PEDESTRES iniciam a travessia durante a fase em verde para os veículos	m	m		m			m			m		
Sentido único sem faixa de travessia de pedestres	3. PEDESTRES cruzam sem olhar se veículos se aproximam	m	m	m	m			m					
	4. PEDESTRES cruzam fora da faixa de pedestre*	m	m	m	m	m	m	m		m	m		m
Sentido duplo com faixa de travessia de pedestres e canteiro central	5. VEÍCULOS não param ao princípio da fase em vermelho para eles				m	m		m	m			m	
	6. VEÍCULOS param na fase em vermelho, mas saem antes da fase em verde						m	m				m	
Sentido duplo sem faixa de travessia de pedestres e com canteiro central	7. VEÍCULOS não param no semáforo em vermelho				m			m	m			m	
	8. VEÍCULOS estacionados prejudicando a visibilidade							m					m
	9. VEÍCULOS param, mas invadem a faixa de pedestres				m	m	m	m	m			m	

m= melhoria a ser considerada

↘ semáforo em coluna simples

*o local eleito pelos pedestres pode ser mais seguro que a faixa de travessia - avalie

Tabela AI.6: Atropelamentos em interseção sem semáforos: aproximação e saída de interseção; sentido duplo sem canteiro central

Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias									
Interseção sem semáforos: Aproximação e saída de interseção Sentido duplo sem canteiro central (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar semáforos	2. Aumentar freqüência e/ou duração das brechas controlando o trânsito das vias adjacentes	3. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	4. Implantar/ incrementar sinais de regulamentação de velocidade	5. Implantar/ incrementar sinalização horizontal de advertência p.ex., legenda DEVAGAR	6. Implantar dispositivos redutores de velocidade	7. Retirar obstáculos à visibilidade de pedestres e veículos	8. Implantar sinais de advertência para os condutores	9. Construir alargamento da calçada na esquina	10. Construir refúgio
Com faixa de travessia de pedestres	1. BRECHAS de duração e/ou freqüência insuficientes	m	m			m		m	m	m	m
	2. PEDESTRES cruzam sem esperar brechas adequadas ficando cercados no meio da via	m	m	m		m		m	m		m
	3. PEDESTRES não conseguem avaliar as brechas - muitas aproximações	m		m		m		m	m	m	m
Sem faixa de travessia de pedestres	4. PEDESTRES não estão conscientes de todas as direções de aproximação de veículos			m		m		m			
	5. VEÍCULOS com velocidades excessivas				m		m	m			
	6. VEÍCULOS estacionados, prejudicando a visibilidade							m		m	

m= melhoria a ser considerada

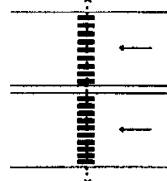
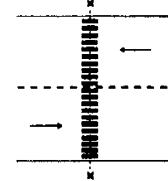
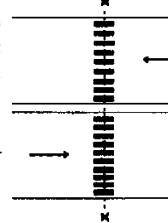



Tabela AI.7: Atropelamento em interseção com semáforos: aproximação e saída de interseção; sentido duplo sem canteiro central

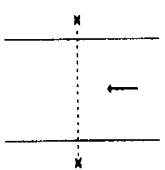
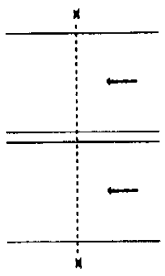
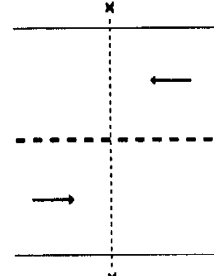
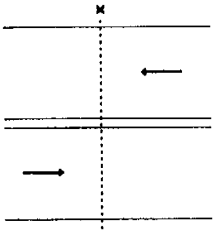
Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias			
Interseção com semáforos: Aproximação e saída de interseção sentido duplo sem canteiro central (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar fase e semáforos de pedestres	2. Proibir conversões	3. Proteger conversões com uma fase parcial	4. Construir refúgio
Com faixa de travessia de pedestres	1. PEDESTRES cruzam na mudança de fase, mas ficam cercados no meio da via	m	m	m	m
Sem faixa de travessia de pedestres	2. PEDESTRES cruzam durante a fase em vermelho dos veículos, mas ficam cercados no meio da via		m	m	m
	Mais: todos os comportamentos e melhorias das tabelas AI.1 e AI.5				

m= melhoria a ser considerada ↘ semáforo em coluna simples

Tabela AI.8: Atropelamentos em trechos sem semáforos com faixa de travessia de pedestres

Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias							
Trecho sem semáforos com faixa de travessia de pedestres (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar semáforo, se possível de ativação manual	2. Aumentar freqüência e/ou duração das brechas controlando o trânsito das vias adjacentes	3. Eliminar a travessia de pedestres e impossibilitar a travessia no local, implantar sinalização indicando local mais próximo para cruzar	4. Eliminar a travessia de pedestre e impossibilitar a travessia no local, criar uma travessia em outro lugar mais seguro	5. Mudar a posição do gerador de fluxo de travessia e eliminar a faixa	6. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	7. Implantar sinais de advertência para os condutores	8. Constuir refúgio
Sentido único sem canteiro central	1. BRECHAS de duração e/ou freqüência insuficientes em pelo menos uma pista	m	m	m	m	m			m
Sentido único com canteiro central	2. PEDESTRES cruzam sem olhar na direção de aproximação dos veículos						m	m	m
Sentido duplo sem canteiro central Sentido duplo com canteiro central	3. CONDUTORES não respeitam a preferência dos pedestres na faixa	m		m	m	m		m	

m= melhoria a ser considerada

Tabela AI.9: Atropelamentos em trechos sem sinalização

Local de atropelamento	Comportamentos observados	Possíveis melhorias							
Trecho sem sinalização (escolher o diagrama que corresponde ao local em estudo)		1. Implantar faixa com sinalização e controle por semáforo	2. Impossibilitar travessia no local e implantar sinalização indicando o local mais próximo e adequado para cruzar	3. Impossibilitar travessia no local e criar um faixa mais segura em outro local	4. Criar brechas adequadas controlando o trânsito nas vias adjacentes	5. Mudar a posição do gerador de travessia	6. Implantar placas de serviço e/ou educativas para pedestres	7. Implantar sinais de advertência para os condutores	8. Construir refúgio
Sentido único sem canteiro central	1. BRECHAS de duração e/ou freqüência insuficiente pelo menos em uma pista	m	m	m	m	m			m
Sentido único com canteiro central	2. PEDESTRES cruzam sem olhar na direção de aproximação de veículos	m					m	m	
Sentido duplo sem canteiro central Sentido duplo com canteiro central	3. PEDESTRES cruzam sem esperar a brecha adequada	m			m		m	m	m

m= melhoria a ser considerada

Tabela AI.10a: Abalroamentos transversais em interseções sem semáforo: identificação de possíveis fatores contribuintes

Comportamentos observados		Possíveis fatores contribuintes															
Veículo 1	Veículo 2	Definição da preferência					Visibilidade prejudicada de uma placa de sinalização				Visibilidade prejudicada de veículos na transversal				Característica do fluxo		Visibilidade prejudicada da interseção
Não está na preferencial	Está na preferencial																
		Desobediência da preferência	Perda inesperada da preferência	Condutor não se dá conta de que está na preferencial	Situação anômala: não há preferencial	Ausência de sinalização	Coberta por vegetação	Mal localizada	Veículos estacionados	Deficiência de iluminação pública	Postes, bancas, árvores, etc.	Veículos estacionados	Paradas de ônibus	Geometria inadequada da via e/ou construção	Grande volume	Excesso de velocidade	
1. Cruza a via transversal sem reduzir a velocidade	Veículo(s) se aproximando	pm	pm			pm	pm	pm	pm	pm					pm	pm	pm
2. Cruza a via transversal sem parar, porém reduz a velocidade antes de fazê-lo	Veículo(s) se aproximando										pm	pm	pm	pm	pm	pm	
3. Entra na interseção reduzindo a velocidade bruscamente no último momento, parando na área da interseção, ou cruzando a via transversal sem parar	Não há veículo se aproximando		pm				pm	pm	pm	pm						pm	pm
4. O mesmo que o anterior	Veículo(s) se aproximando	pm	pm			pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm	pm
5. Para ao chegar à interseção e (quase) entra em conflito com o veículo 2 ou o ultrapassa e entra em conflito com outros veículos	Veículo(s) se aproximando										pm	pm	pm			pm	
6. O mesmo que o anterior	Pára (como se fosse) ceder a preferência			pm	pm						pm	pm	pm	pm			
7. Situação anômala: ambos os condutores param para dar preferência ao outro. Em seguida um ou ambos avançam com o risco de diversos possíveis tipos de acidente				pm	pm	pm					pm	pm	pm	pm			

pm=possível motivo

Tabela AI.10b: Abalroamentos transversais em interseções sem semáforo: fatores contribuintes e possíveis melhoramentos

POSSÍVEIS FATORES CONTRIBUINTES		POSSÍVEIS MELHORAMENTOS				
DEFINIÇÃO DE PREFERÊNCIA	1. Falha em obedecer a preferência á direita onde não há sinalização	Implantar ou reforçar a sinalização vertical e horizontal de preferência*	Inverter a preferência*	Implantar uma minirrotarória	Implantar semáforos	
	2. Perda inesperada de preferência	Implantar ou reforçar a sinalização vertical e horizontal de preferência*	Inverter a preferência*	Implantar uma minirrotarória	Implantar semáforos	
	3. Condutor não percebe que está na via preferencial	Implantar ou reforçar a sinalização vertical e horizontal de preferência*	Inverter a preferência*	Implantar uma minirrotarória	Implantar semáforos	Criar sinalização indicativa de preferência
	4. Situação anômala: não há preferencial					Criar sinalização indicativa de preferência
	5. Ausência de sinalização	Implantar a sinalização que falta				
VISIBILIDADE PREJUDICADA DE UMA PLACA	6. Placa coberta por vegetação	Podar ou eliminar a vegetação				
	7. Placa mal posicionada	Reposicionar a placa				
	8. Veículos estacionados na esquina ou muito próximos	Reposicionar a placa	Implantar sinalização proibindo estacionamento	Implantar avanço(s) de passeio		
	9. Deficiência de iluminação pública	Reposicionar a placa	Acrescentar ou reforçar a sinalização horizontal	Implantar ou melhorar a iluminação pública		
VISIBILIDADE PREJUDICADA DE VEÍCULOS NA VIA TRANSVERSAL	10. Obstáculos: postes quiosques, árvores, etc.	Reposicionar o obstáculo	Remover o obstáculo			
	11. Veículos estacionados	Implantar ou reforçar sinalização proibindo estacionamento	Implantar avanço(s) de passeio			
	12. Ponto de parada de ônibus	Mudar o ponto para outro local, sem penalizar os passageiros				
	13. Geometria inadequada da via e/ou construção	Implantar canalização para avançar a faixa de retenção				
CARACTERÍSTICAS DO FLUXO	14. Grande volume de veículos	Implantar semáforos	Desviar parte do fluxo			
	15. Excesso de velocidade	Implantar sinalização de regulamentação de velocidade	Pintar lengenda DEVAGAR	Implantar minirrotatória	Implantar dispositivos redutores de velocidade	
VISIBILIDADE GERAL	16. Visibilidade da interseção prejudicada	Implantar placa de advertência	Remover obstáculo à visibilidade	Implantar ou reforçar iluminação pública		

* Se não criar ou reforçar uma "situação anômala".

Tabela AI.11: Choques e colisões traseiras: causas e medidas corretivas

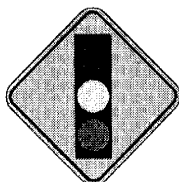
MOTIVO PARA REDUÇÃO DA MARCHA DO PRIMEIRO VEÍCULO	MELHORAMENTOS POSSÍVEIS EM INTERSEÇÕES	
	NÃO-SEMAFORIZADAS	SEMAFORIZADAS
A. OBEDIÊNCIA À SINALIZAÇÃO		
1. Placa RI (PARE)	• Mudar posição da placa para ficar visível ao condutor do veículo 2 • Se a via for de mão única, repetir a placa do lado esquerdo • Implantar placa A-15* (PARADA OBRIGATÓRIA ADIANTE) na aproximação • Pintar DEVAGAR na pista de aproximação	Situação inexistente ou impossível
2. Sinal amarelo (o condutor pára) e sinal vermelho (o condutor pára)	Situação impossível	• Modificar/incrementar os semáforos para ficarem mais visíveis ao condutor do veículo 2 • Implantar placa A-14* (SEMÁFORO À FRENTE) na pista de aproximação • Pintar SINAL ADIANTE na pista de aproximação
3. Artigo 29 III c do Código de Trânsito Brasileiro: Preferência para o que vier da direita em interseções normais sem sinalização	• Implantar placa A-6a* (CRUZAMENTO DE VIAS) na pista de aproximação	Situação inexistente
B. CAUTELA		
1. Visibilidade da interseção prejudicada à noite	• Implantar/melhorar iluminação pública	• Implantar/melhorar iluminação pública
2. Visibilidade da via transversal prejudicada por objetos fixos	• Remover objetos fixos	• Remover objetos fixos
3. Visibilidade da via transversal prejudicada por veículos estacionados na esquina	• Proibir estacionamento com sinalização ou • Ampliar calçada para evitar estacionamento	• Proibir estacionamento com sinalização ou • Ampliar calçada para evitar estacionamento
C. CONDUTOR PRECISA PARAR OU ESTACIONAR		
1. Táxi, para pegar/deixar passageiros	• Criar uma baia	• Criar uma baia
2. Ônibus, para pegar/deixar passageiros	• Criar uma baia ou mudar ponto de ônibus (ou criar e implantar sinalização de advertência do ponto de ônibus)	• Criar uma baia ou mudar ponto de ônibus (ou criar e implantar sinalização de advertência do ponto de ônibus)
3. Condutor chega ao fim da viagem	• Proibir estacionamento no local	• Proibir estacionamento no local
4. Condutor pegou, ou pensa que pegou, o caminho errado	• Implantar/melhorar sinalização de orientação	• Implantar/melhorar sinalização de orientação
D. DÚVIDA		
1. Veículo está na preferencial, mas o condutor não sabe	• Sem solução: o Código de Trânsito Brasileiro não tem sinalização que indique que o condutor está na preferencial	Não deve ocorrer se a luz verde está funcionando. Trocar lâmpada/consertar
2. O condutor reduz a marcha para procurar/ler uma placa de orientação	• Mudar posição da placa para ficar mais visível aos condutores e/ou implantar placas de pré-sinalização	• Mudar posição da placa para ficar mais visível aos condutores e/ou implantar placas de pré-sinalização

* Placa de Advertência

(CONTINUA)

Tabela AI.11: Choques e colisões traseiras: causas e medidas corretivas (conclusão)

MOTIVO PARA REDUÇÃO DA MARCHA DO PRIMEIRO VEÍCULO	MELHORAMENTOS POSSÍVEIS EM INTERSEÇÕES	
	NÃO-SEMAFORIZADAS	SEMAFORIZADAS
E. TRAVESSIA DE PEDESTRES		
1. Baixo volume de veículos, mas os pedestres não esperam uma brecha adequada	• Implantar/melhorar a sinalização horizontal e vertical de travessia de pedestres	Verificar se o semáforo "e necessário; retirá-lo se apropriado
2. Volume moderado de veículos, mas não há brechas adequadas para travessia	• Controlar o fluxo de interseções semaforizadas adjacentes para criar brechas adequadas ou implantar semáforos (cuidado: pode aumentar acidentes)	Implantar botoeiras (fase ativada pelos pedestres)
3. Pedestres atravessam fora da faixa	• Avaliar as condições de segurança para travessia na faixa • Caso sejam inadequadas, melhorar a sinalização ou mudar a faixa para um local mais adequado • Caso sejam adequadas, implantar canalização física para pedestres	• Avaliar as condições de segurança para travessia na faixa • Caso sejam inadequadas, melhorar a sinalização ou mudar a faixa para um local mais adequado • Caso sejam adequadas, implantar canalização física para pedestres
4. Pedestres atravessam durante a fase verde para veículos	Situação inexistente	• Implantar semáforo para pedestres: caso já exista, entrevistar pedestres para saber porque atravessam na fase errada
5. Pedestres com dificuldade de atravessar devido ao alto volume de conversões	Implantar semáforo, com botoeira (fase ativada pelos pedestres) se possível	• Implantar fase para travessia de pedestres
6. Pedestres pouco visíveis à noite Ver também Tabelas AI.1 – AI.9	• Melhorar/implantar iluminação pública	• Melhorar/implantar iluminação pública
F. CONDUTOR PRECISA VIRAR À ESQUERDA/DIREITA		
1. Conversão à direita	• Criar canalização e sinalização horizontal	• Criar canalizlação e sinalização horizontal
2. Conversão à esquerda	• Criar uma faixa para conversão ou proibir as conversões (pelo menos durante os horários de perigo)	• Criar uma faixa para conversão ou proibir as conversões (pelo menos durante os horários de perigo)
G. IMPREVISTOS		
1. Defeito na pista	• Sinalizar (temporariamente) e consertar o defeito	• Sinalizar (temporariamente) e consertar o defeito
2. Valeta na pista	• Implantar sinalização de advertência	• Implantar sinalização de advertência
3. Visibilidade da interseção prejudicada	• Implantar placa A-6a* (CRUZAMENTO DE VIAS)	• Melhorar a visibilidade dos semáforos e implantar placa A-14* (SEMÁFORO À FRENTE)
4. Veículos que saem da via transversal inesperadamente	• Remover obstáculos à visibilidade e/ou implantar dispositivos de redução de velocidade	• Melhorar a visibilidade dos semáforos na via transversal e/ou remover obstáculos à visibilidade
5. Excesso de velocidade	• Pintar DEVAGAR na pista de aproximação ou implantar dispositivos de redução de velocidade	• Pintar DEVAGAR na pista de aproximação ou implantar dispositivos de redução de velocidade
6. Veículos na via transversal fecham a interseção	Implantar placa NÃO FECHE O CRUZAMENTO	• Modificar a programação dos semáforos • Implantar placas NÃO FECHE O CRUZAMENTO
7. Acidentes de trânsito	• Somente reduzindo os acidentes	• Somente reduzindo os acidentes
8. Entrada/saída de veículos	• Implantar sinalização de advertência	• Implantar sinalização de advertência
9. Táxi pára à frente para pegar/deixar passageiro	• Criar e sinalizar uma baia	• Criar e sinalizar uma baia
10. Ônibus pára no ponto de ônibus	• Mudar o local do ponto ou criar e sinalizar uma baia	• Mudar o local do ponto ou criar e sinalizar uma baia

* Placa de Advertência

ANEXO II

TRATAMENTO E PADRÕES PARA ONDULAÇÕES TRANSVERSAIS ("LOMBADAS") NO BRASIL

As lombadas são regulamentadas no Brasil pela Resolução nº 39 do CONTRAN, de 21 de maio de 1998, na qual se estabelecem dois tipos de lombadas. As do Tipo I têm altura de até 0,08 m e seção de 1,50 m; e as do Tipo II, altura de até 0,10 m e seção de 3,70 m. Permite-se instalar lombadas somente em certos locais, sempre acompanhadas de sinalização de advertência.

As ondulações do Tipo I somente poderão ser instaladas em vias locais se houver necessidade de restringir a velocidade até o máximo de 20 km/h e se nelas não circularem linhas regulares de transporte coletivo. As do Tipo II somente poderão ser instaladas:

- em segmentos de vias rurais (estradas ou rodovias) que atravessam aglomerados urbanos com edificações lindeiras; ou
- vias coletoras; ou
- vias locais, quando houver necessidade de restringir a velocidade ao máximo de 30 km/h.

Em ambos os casos devem-se observar, ainda, as seguintes características relativas à via e ao tráfego local:

- índice de acidentes significativo ou risco potencial de acidentes;
- em rodovias, ausência de rampas com declividade superior a 4% ao longo do trecho;
- em vias urbanas, ausência de rampas com declividade superior a 6% ao longo do trecho;
- ausência de curvas ou interferências visuais que impossibilitem boa visibilidade dos dispositivos;
- volume de tráfego inferior a 600 veículos por hora, durante os períodos de pico, podendo a autoridade de trânsito admitir volumes mais elevados em lo-

cais com grande movimento de pedestres, se justificado por estudo de engenharia de tráfego no local;
- pavimentos, rígidos, semi-rígidos ou flexíveis, em bom estado de conservação; e
- em vias urbanas, respeitar uma distância mínima de 15 m do alinhamento do meio fio da via transversal, se a lombada for instalada próxima a esquinas.

A sinalização de advertência deve incluir, como mínimo:

- placa de regulamentação R-19 ("Velocidade Máxima Permitida"), limitando a velocidade no local a 20 ou 30 km/h, conforme o caso, respeitando os critérios de redução de velocidade antes (e restabelecendo a velocidade depois) da transposição do dispositivo;
- placas de Advertência, Saliência, ou Lombada, A-18, incluindo uma com seta indicativa de posição; e
- marcas oblíquas de cor amarela (faixas de 0,25 m ou mais), admitindo-se intercaladas nas cores preta e amarela ou pintura total da lombada de amarelo.

Nas rodovias, a Resolução nº 39 também recomenda que as lombadas do Tipo II sejam precedidas de Linhas de Estímulo à Redução da Velocidade, calculadas de acordo com a velocidade operacional da via (ver Figura 10.2, p. 109). No caso de implantação em série, é obrigatória a instalação de placas com informações complementares.

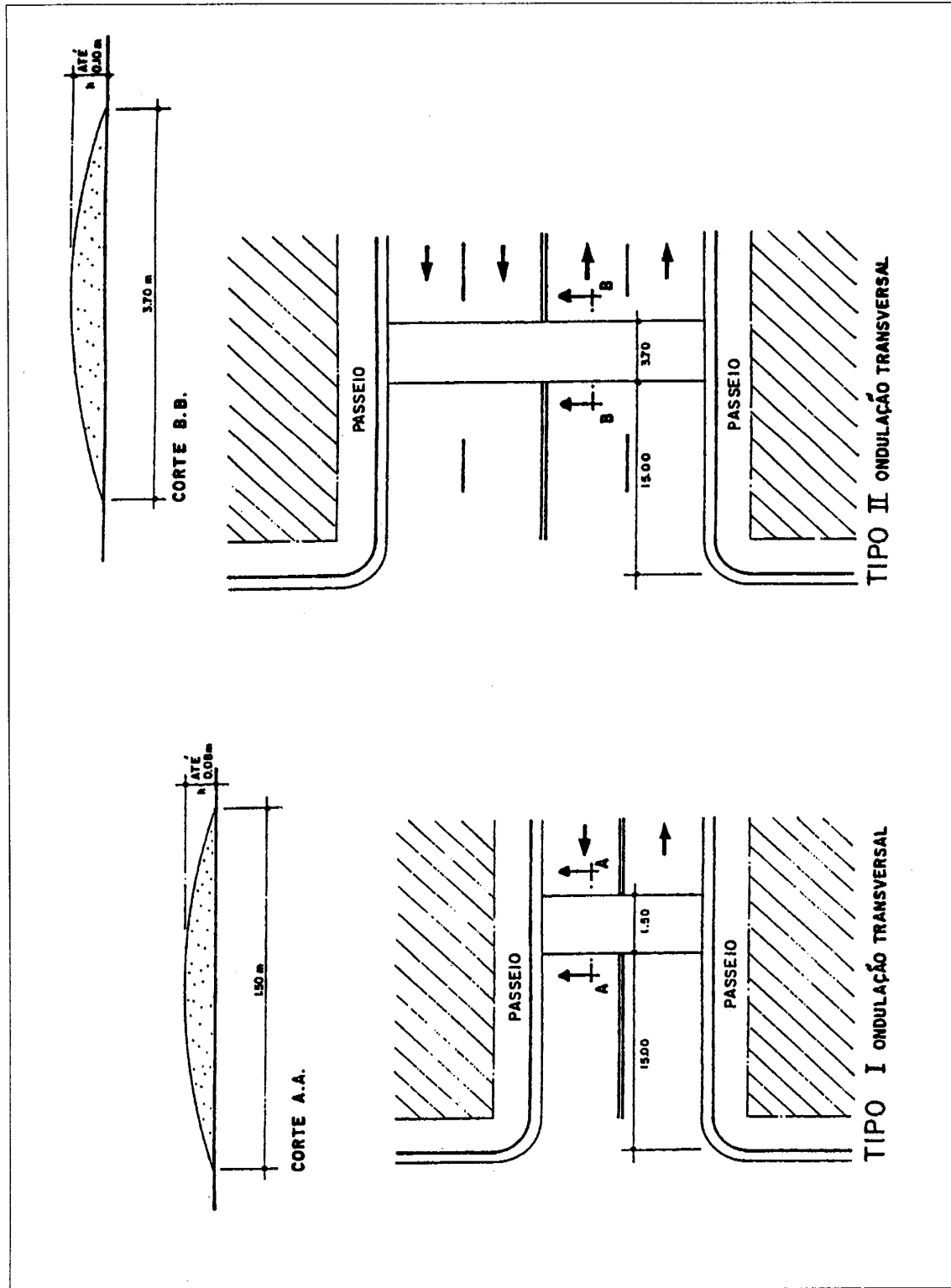
FIGURA AII.1
DIMENSÕES DAS LOMBADAS TIPO I E TIPO II

Fonte: CONTRAN, Resolução nº 39, de 21/5/98.

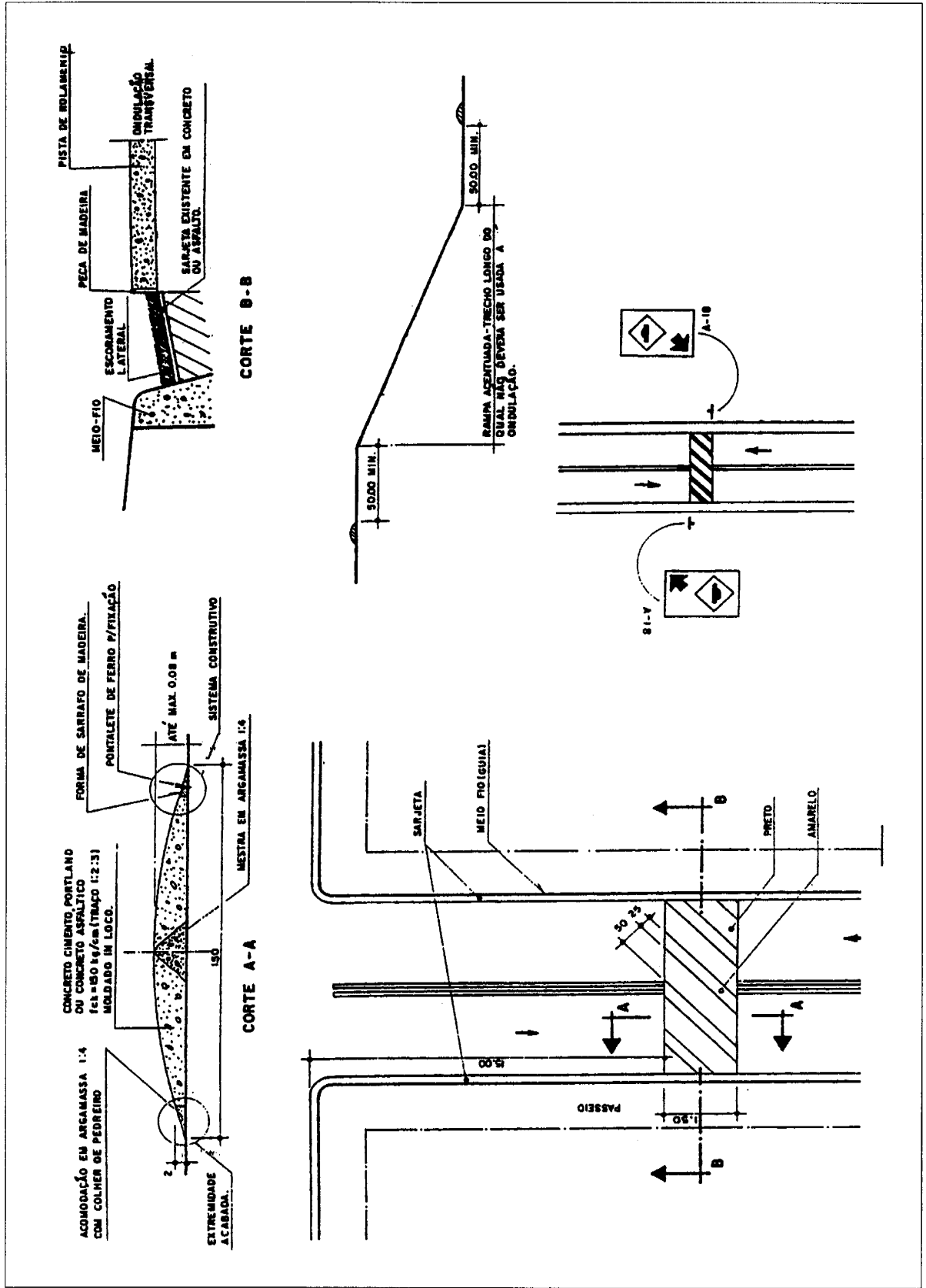
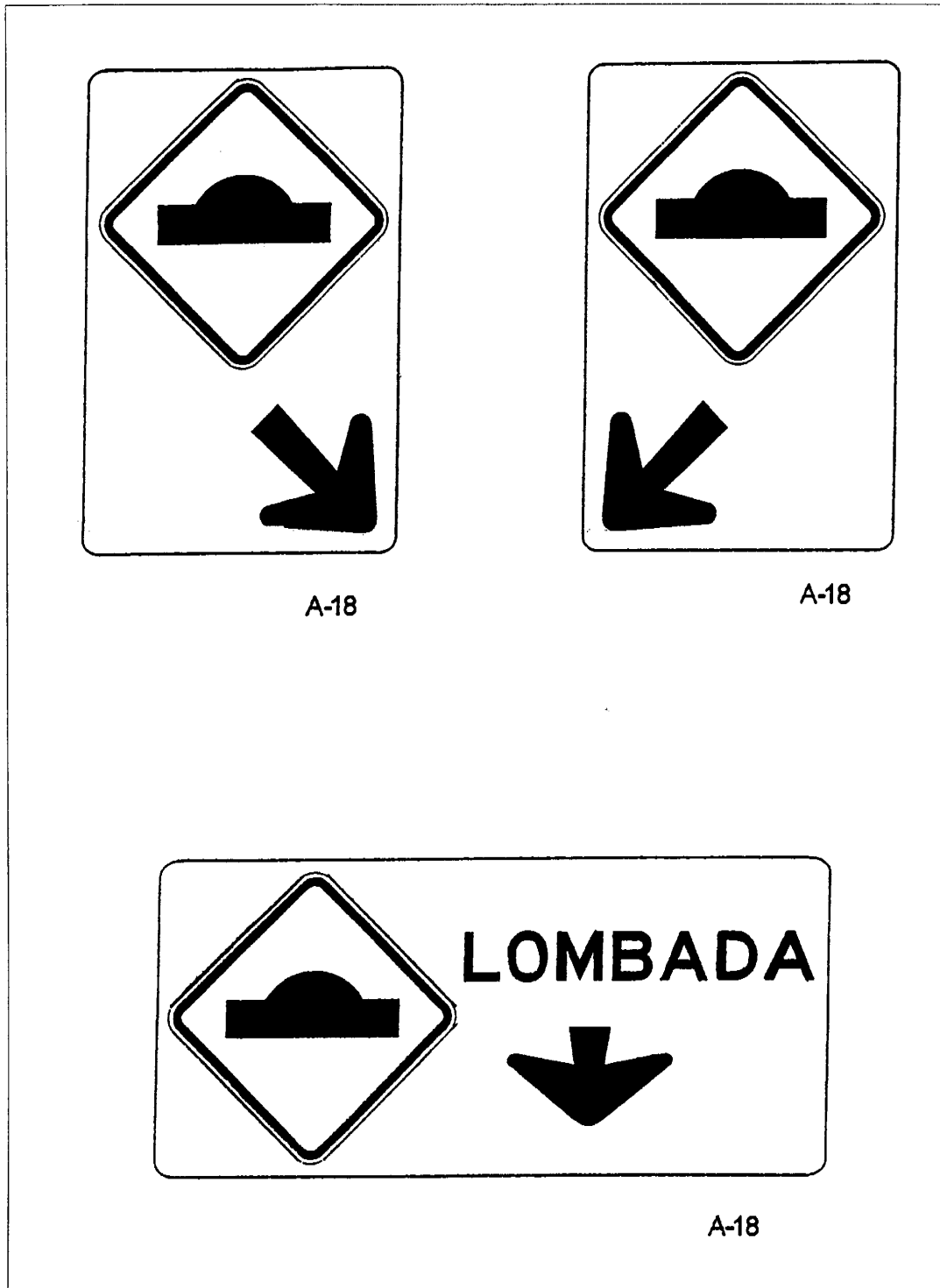
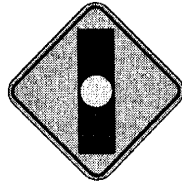
FIGURA AII.2
SISTEMA CONSTRUTIVO, LOCALIZAÇÃO E SINALIZAÇÃO DE LOMBADAS

Fonte: CONTRAN, Resolução nº 39, de 21/5/98.

FIGURA AII.3
EXEMPLOS DE PLACAS DE SINALIZAÇÃO A-18 DO CTB

Fonte: CONTRAN, Resolução nº 39, de 21/5/98.

ANEXO III

EXEMPLOS DE PROJETOS E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Neste anexo, apresentam-se quatro alternativas de solução para diminuir os índices de acidentes em um ponto crítico, que poderiam ser indicadas em função do diagnóstico resultante da análise dos dados sobre os acidentes e as inspeções do local. Elege-se um local simples e típico das áreas urbanas para ilustrar, de forma aproximada, quanto custam projetos de diferentes níveis de complexidade. Os custos, em dólares estadunidenses, baseiam-se em custos vigentes na Cidade de São Paulo, Brasil, no início de 1998. Incluem-se os elementos e quantidades da sinalização, os materiais e mão-de-obra. Representam para cada projeto o custo real de implantação.

Trata-se de uma interseção simples com duas vias, uma de sentido único e uma de sentido duplo. Antes da implantação do novo projeto, havia apenas sinais de regulamentação indicando aos condutores da via de sentido duplo, a existência do sentido único na outra via (na forma utilizada na Cidade de São Paulo nessa época). Qualquer outra sinalização eventualmente existente no local, estava tão deteriorada que foi impossível aproveitá-la para o novo projeto. Os custos de implantação dos projetos se referem às somas de todos os elementos da sinalização, à exceção dos sinais de sentido único.

No Projeto 1, o mais simples dos quatro, adicionam-se aos sinais existentes a pintura das faixas de pedestres e a instalação de sinais de PARE na rua de sentido duplo. O custo total da implantação deste projeto é US$ 2.257.

No Projeto 2, adiciona-se à sinalização do Projeto 1 a pintura de:

(i) uma linha dupla amarela (divisora entre os dois sentidos em uma rua de sentido dupla);

(ii) linhas de retenção na rua de sentido duplo; e
(iii) legenda PARE para reforçar a mensagem dos sinais.

O custo total da implantação é US$2.893.

No Projeto 3, adicionam-se dois sinais à sinalização especificada no Projeto 2, em braço projetado, com mensagens educativas, CRUZE COM CUIDADO, e dois focos de semáforos intermitentes, um ao lado de cada placa educativa. O custo total é US$4.444.

O Projeto 4, o mais completo dos quatro, introduz sinalização por semáforo para controlar os fluxos em conflito e sinalização horizontal complementar. O custo é de US$ 6.784.

O Capítulo 12 – *Avaliação da viabilidade econômica dos projetos* – apresentou estimativas dos custos sociais dos acidentes sem vítimas e com vítimas não-fatais, de US$ 1.410 e US$ 5.640, em São Paulo, respectivamente[1]. Deste modo, constata-se que, até mesmo o projeto mais caro dos quatro aqui apresentados (com um custo total de US$ 6.784), se justifica (aproximadamente) com a prevenção de um só acidente com vítimas não-fatais ou de cinco acidentes sem vítimas.

---

[1] Recorda-se que, em estradas e em vias de velocidades mais elevadas e com maiores proporções de veículos comerciais, os custos de acidentes são muito mais elevados.

FIGURA AIII.1
PROJETO 1

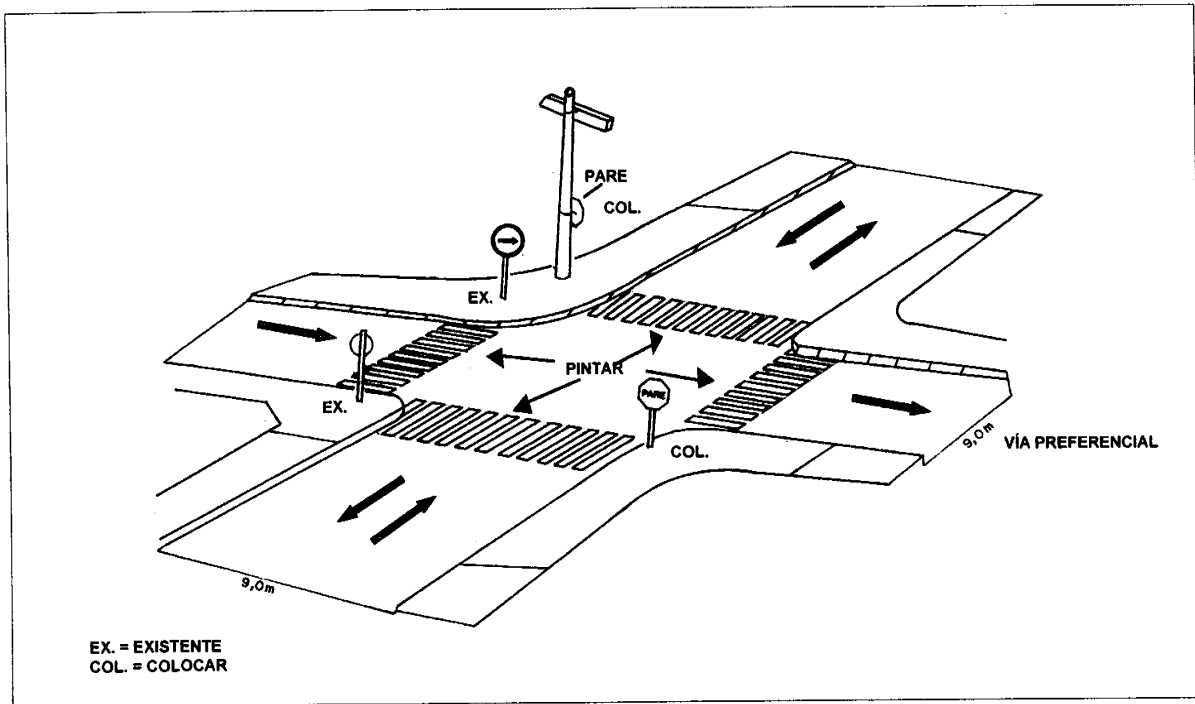



TABELA AIII.1
CUSTO E MATERIAIS DO PROJETO 1

MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇOS (US$)	
		UNITÁRIO	TOTAL
Placa R-1 (PARE)	2	17,83/sinal	35,66
Coluna 2,5"	1	45,02/coluna	45,02
Termoplástico a pressão (3mm)	57,6m²	37,78/m²	2.176,13
TOTAL			2.256,81

Custos da CET, março de 1998.

Figura AIII.2
PROJETO 2

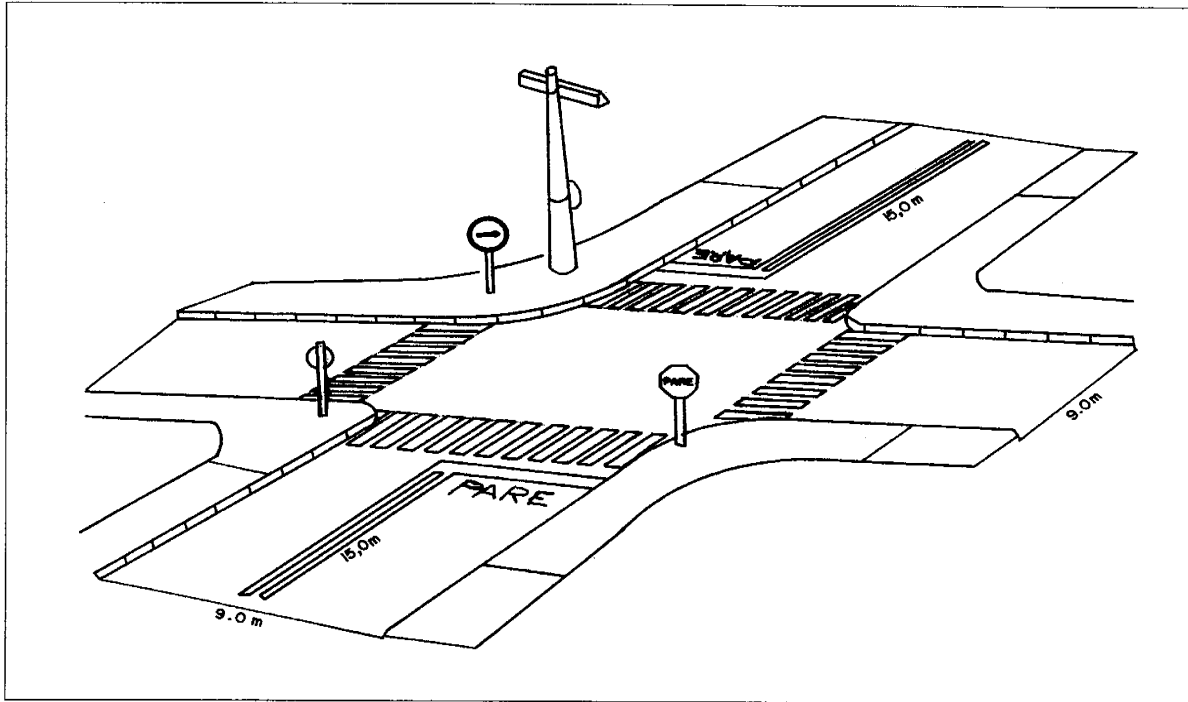



TABELA AIII.2
CUSTO E MATERIAIS DO PROJETO 2

MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇOS (US$)	
		UNITÁRIO	TOTAL
Placa R-1 (PARE)	2	17,83/sinal	35,66
Coluna 2,5"	1	45,02/coluna	45,02
Termoplástico a pressão (3mm)	69,36m²	37,78/m²	2.620,42
Termoplástico por aspersão (1,5mm)	6,0m²	31,93/m²	191,58
TOTAL			2.892,68

Custos da CET, março de 1998.

FIGURA AIII.3
PROJETO 3

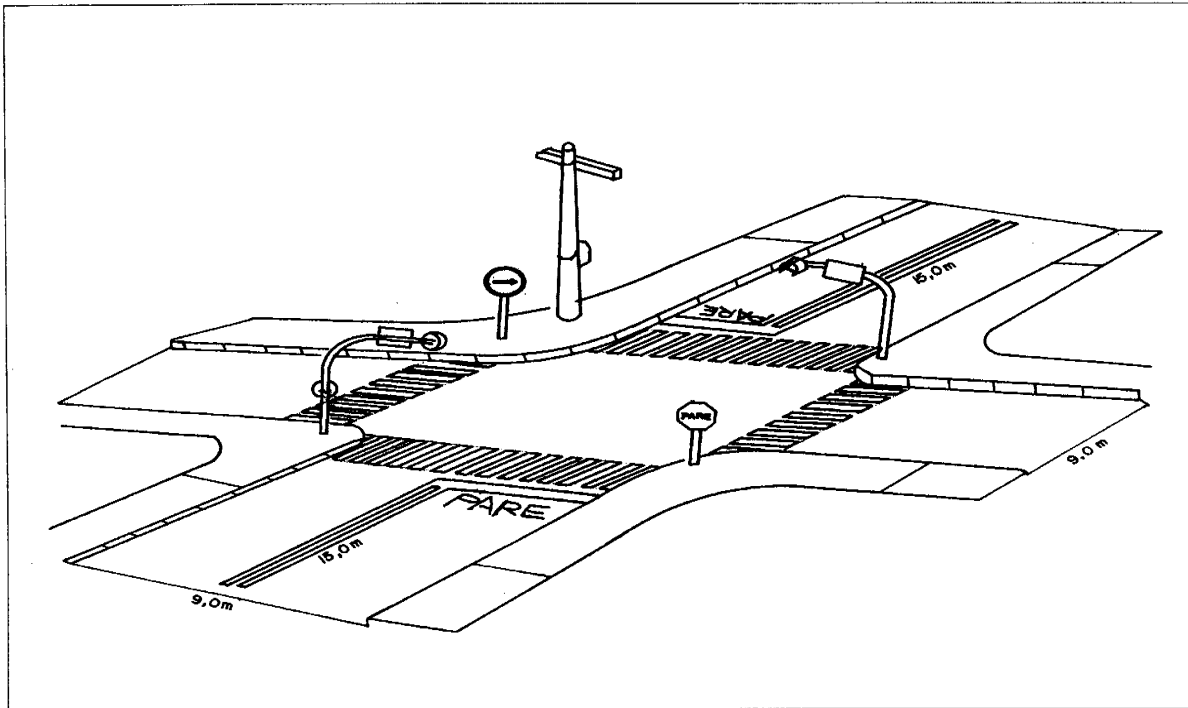



TABELA AIII.3
CUSTO E MATERIAIS DO PROJETO 3

MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇOS (US$)	
		UNITÁRIO	TOTAL
Placa R-1 (PARE)	2	17,83/placa	35,66
Coluna 2,5"	1	45,02/coluna	45,02
Termoplástico a pressão (3mm)	69,36m²	37,78/m²	2.620,42
Termoplástico por aspersão (1,5mm)	6,0m²	31,93/m²	191,58
Placa educativa	2	45,44/placa	90,88
Foco de semáforo (300mm)	2	100,00/foco	200,00
Coluna projetada	2	540,28/coluna	1.080,56
Controlador intermitente	1	180,00/cont.	180,00
TOTAL			4.444,12

Custos da CET, março de 1998.

FIGURA AIII.4
PROJETO 4

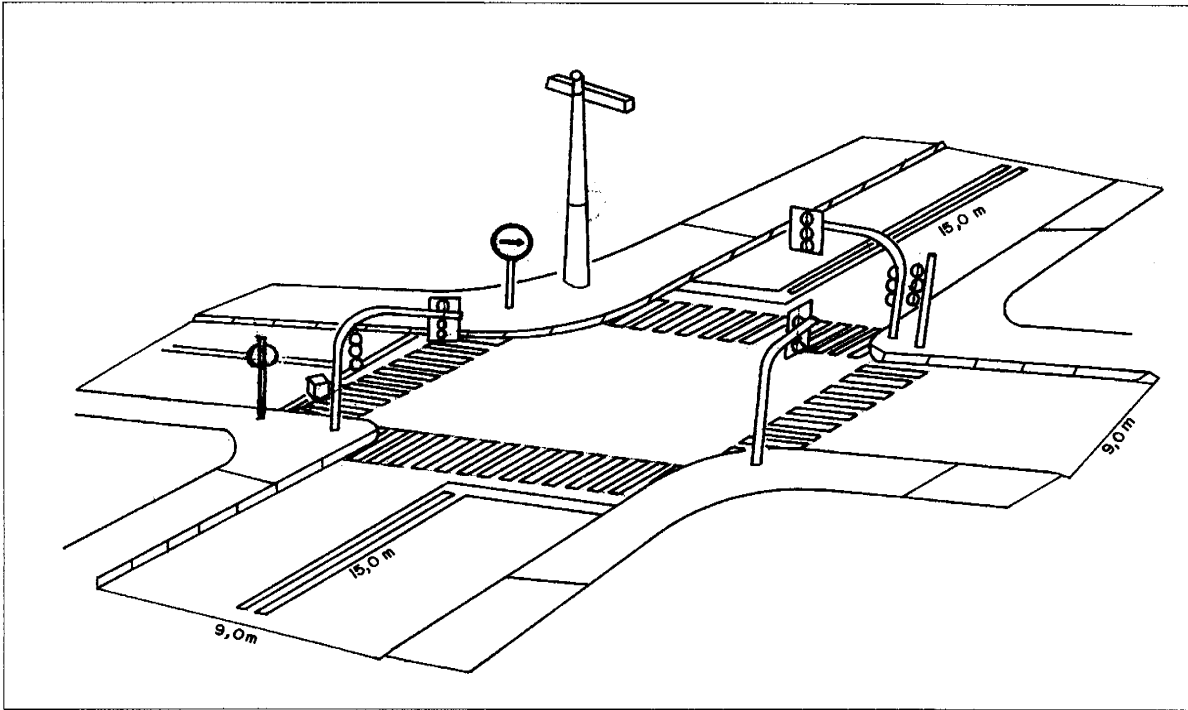



TABELA AIII.4
CUSTO E MATERIAIS DO PROJETO 4

MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇOS (US$)	
		UNITÁRIO	TOTAL
Semáforo 300x200x200	3	375,11/grupo	1.125,33
Semáforo 200x200x200	3	296,95/grupo	890,85
Coluna projetada	3	540,28/coluna	1.620,84
Coluna simples	1	129,21/coluna	129,21
Controlador - 2 fases	1	400,00/cont.	400,00
Termoplástico a pressão (3 mm)	64,2 m²	37,78/m²	2.425,48
Termoplástico por aspersão(1,5 mm)	6,0 m²	31,93/m²	191,58
TOTAL			6.783,29

Custos da CET, março de 1998.

BIBLIOGRAFIA

American Association State Highway and Transportation Officials – AASHTO. 1967 e 1974. "Highway Design and Operational Practices Related to Highway Safety" (1976. "Projeto e Práticas Operacionais Rodoviárias Relativas à Segurança do Tráfego Rodoviário." Trad. Luiz Ribeiro Soares. Rio de Janeiro: Publ. IPR 606 – Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DNER) 2 ed. Washington, D. C.: AASHTO.

Banco Interamericano de Desenvolvimento/Banco Mundial. 1996. "Transporte no Motorizado." Washington: BID.

Campos, Raphael do Amaral.1979. "Projeto de Estradas." Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP. São Paulo: EPUSP.

Cannel, Alan. 1966. "The Use of Traffic Signals in Developing Cities." Crowthorne, Berkshire, Reino Unido: Transport Research Laboratory, Overseas Centre; Note 13.

Carlsson, Gunnar and Karl-Olov Hedman. 1990. "A Systematic Approach to Road Safety in Developing Countries." Technical Paper: Report INU 63. Washington, D.C.:Infrastructure and Urban Development Department, The World Bank.

Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. 1978. "Manual de Sinalização Urbana – Normas de Projeto. Volumes 1 – 9 e complementações)" São Paulo: CET em convênio com o Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN.

- 1981. "Segurança de Trânsito – Coletânea." São Paulo, Brasil: CET.

- 1985. "Manual de Segurança de Pedestres – Sinalização Vertical." São Paulo, Brasil: CET.

Série: "Boletim Técnico." São Paulo, Brasil: CET (sem datas).
– BT No. 2. Redução dos Acidentes de Tráfego – Proposta de Medidas para um Plano de Ação.
– BT No. 5 Noções Básicas de Engenharia de Tráfego.
– BT No. 15 Projetos de Interseções em Nível: Canalizações.
– BT No. 17 Áreas de Pedestres – Conceitos.
– BT No. 19 Areas de Pedestres – Técnicas e Aplicações.
– BT No. 24 Projeto Piloto – Deficientes Físicos e Visuais.
– BT No. 27 Iluminação e Visibilidade.
– BT No. 30 Impacto das Obras na Via Pública.
– BT No. 32 Pólos Geradores de Tráfego.
– BT No. 33 Áreas de Estacionamentos e Gabaritos de Curvas Horizontais.

Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN. 1998. Resolução No. 39/98. "Padrões e Critérios para Instalação de Ondulações Transversais nas Vias Públicas." Brasília: Ministério da Justiça.

Conselho Nacional de Trânsito/Departamento Nacional de Trânsito – CONTRAN/DENATRAN. 1979. "Serviços de Engenharia: Manual de Semáforos." Elaborado em convênio com a CET. Brasília: CONTRAN/DENATRAN.

- 1979. "Serviços de Engenharia: Manual de Segurança de Pedestres." Brasília: CONTRAN/DENATRAN.

Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Paraná – DER-PR. 1988. "Manual de Segurança Viária (DT.4.08.R.01)." Curitiba: Diretoria de Conservação, Secretaria dos Transportes do Estado de Paraná.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. 1974. "Normas para o Projeto Geométrico de Vias Urbanas." Brasília: Ministério dos Transportes.

- 1983. "Manual de Análise, Diagnóstico e Proposição de Melhorias Alternativas para Eliminação de Segmentos Críticos." Rio de Janeiro: DNER.

• 1985. "Norma Rodoviária. Defensas Metálicas. Especificação de Serviço. DNER-ES 144/85." Rio de Janeiro: DNER.

• 1985. Pesquisa de Acompanhamento do Acidentado. Rio de Janeiro. DNER.

• 1988. "Um Modelo de Programa para Aumento da Segurança de Trânsito nas Rodovias Federais, com Ênfase na Redução dos Segmentos Críticos, ou Pontos Negros." Rio de Janeiro: DNER.

• 1995. "Relatório Especial. Rota São Paulo – Florianópolis. 1. Acidentes de Trânsito por Quilômetro. 2. Segmentos Críticos Estudados." Rio de Janeiro: DNER.

• 1996. "Manual de Sinalização de Obras e Emergências." Brasília: DNER.

• 1996. "Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito – 1995." Brasília: Ministério dos Transportes, Brasília.

• 1998. "Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo." Rio de Janeiro. DNER.

Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN. 1974. "Normas para o Projeto Geométrico de Vias Urbanas." Brasília: DENATRAN.

• 1983. "Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros." Brasília: DENATRAN.

• 1986. "Manual de Sinalização de Trânsito – Parte II: Marcas Viárias e Parte III: Dispositivos Auxiliares à Sinalização." Brasília: DENATRAN.

• 1987. "Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros, 2ª edição." Brasília: DENATRAN.

• 1996. "Acidentes de Trânsito" (folheto). Brasília: DENATRAN.

Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT. 1985. "Redutores de Velocidade – Instruções para Utilização." Brasília: GEIPOT.

• 1986. "Tratamento das Travessias Rodoviárias em Áreas Urbanas ." Brasília: GEIPOT.

• 1987. "O Acidente de Tráfego: Flagelo Nacional Evitável." Brasília: GEIPOT.

Ejzenberg, Sergio. 1997. "Segurança em Semáforos" São Paulo: Instituto Nacional de Segurança no Trânsito – INST.

Federal Highway Administration – FHWA. 1980 "Accident Research Manual." Report No. FHWA/RD-80/016. Washington, D.C: FHWA.

Fruin, John J. 1987. "Pedestrian Planning and Design." Revised Edition. Alabama: Elevator World.

Garcia, Fernando Antônio e Airton Perez Mergulhão. 1984. "Avenida Dom Pedro I: Um Projeto de Refúgio para Pedestres" São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego – CET. Nota Técnica No. 94.

Gerondeau, Christian. 1979. "La Mort Inutile." França: Librairie Plon.

Giammusso, Salvador Eugênio. 1992. "Barreiras de Segurança." 3ª Edição. São Paulo. Associação Brasileira de Cimento Portland.

Góes, José de Ribamar Rocha de. 1983. "Métodos de Identificação e Seleção de Locais de Alto Risco de Acidentes." Campina Grande, Brasil: Universidade Federal da Paraíba (Tese de Mestrado).

Hudson, Mark D. and C.R. Bird. 1981. "Westminster Accident Remedial Programmes – Progress to the End of the First Year (TRN 34)." City of Westminster, Londres: Transport Research Notes. Transport and Safety Research Section. City Engineer's Department.

- 1982. "Westminster Accident Remedial Programmes – Progress to the End of the Second Year (TRN 38)." City of Westminster, Londres: Transport Research Notes. Transport and Safety Research Section. City Engineer's Department.

Hyden, Christer. 1987. "The Development of a Method for Traffic Safety Evaluation: The Swedish Traffic Conflicts Technique." Lund: Lund Institute of Technology, University of Lund.

Institution of Highways and Transportation, with the Department of Transport. 1987. "Roads and Traffic in Urban Areas." Londres: HMSO Books.

Institution of Highways and Transportation. 1990. "Highway Safety Guidelines: Accident Reduction and Prevention." International Edition. Londres: The Institution of Highways and Transportation. Supported by the 1987 Volvo Road Safety Award.

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba – IPPUC. 1987 "Acidentes de Trânsito – Um Diagnóstico Crítico." Curitiba: IPPUC.

Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR. 1979. "Defensas Rodoviárias." Rio de Janeiro: DNER.

Lave, Charles and Patrick Elias BA. 1992. "Did the 65 mph Speed Limit Save Lives?" Irvine: Department of Economics, University of California.

Lazzari, Carlos Flores e Ilton Roberto da Rosa Witter. 1992. "Nova Coletânea de Legislação de Trânsito." 6ª. Edição. Porto Alegre, Brasil: Sagra – DC Luzzatto Livreiros, Editores e Distribuidores.

Ministério da Justiça. 1968. "Decreto 62.127." Regulamento do Código Nacional de Trânsito. Brasília: Ministério da Justiça.

Nadratowski, Theodore T. e Thomas F. Sweeney. 1981. "Safety Investigation Procedures Manual." New York: Traffic and Safety Division, New York State Department of Transportation.

New York State Department of Transportation. 1988. "1988 Annual Evaluation Report." Highway Safety Improvement Programme. New York: Traffic and Safety Division, New York State Department of Transportation.

Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD. 1975 "Roadside Obstacles." Paris: OECD.

Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD. 1978. "New Research on The Role of Alcohol and Drugs in Road Accidents." Paris: OECD.

Pereira, Lígia S. y Carmem R. Ribeiro. 1988. "Acidentes no Tráfego Urbano." Espaço Urbano: Pesquisa e Planejamento (1):58-67.

Petzhold, Mário Fernando. 1985. "Uma Abordagem Sistémica da Dinâmica da Segurança de Trânsito." Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Pietrantônio, Hugo. 1991. "Pesquisa Sobre Análise de Conflitos de Tráfego em Interseções." São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Plowden, Stephan, y Mayer Hillman.1984. Danger on the Road: The Needless Scourge – A Study of Obstacles in Road Safety. London: Policy Studies Institute.

Post, Edward R., T. Hirsch., G. G. Hayes. 1973. "Vehicle crash test and evaluation of median barriers for Texas highways." Washington D.C.: In: Estados Unidos. Highway Research Record. Traffic safety barriers and lighting supports.

Statistics Sweden (SCB). 1984. "People on the Road in Sweden." Stockholm: Official Statistics of Sweden. Stockholm.

Royal Society for the Prevention of Accidents – ROSPA. 1986. "Accident Investigation Manual. Vols I and II" Londres: The Department of Transport.

Tight, Miles. 1997. "UK Practice on Traffic Calming and Safety Audit." (Trabalho apresentado em um seminário do Departamento de Engenharia de Transporte da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo) São Paulo, 28 de abril.

Transport Research Laboratory – TRL/Overseas Development Administration – ODA. 1994. "Microcomputer Accident Analysis Package v5.0 (MAAPfive) – Users Guide." Crowthorne, Berkshire, Reino Unido: TRL.

Transport and Road Research Laboratory – TRRL. 1963. "Research on Road Safety." Londres: Her Majesty's Stationery Office. 1987. "Road Safety in Developing Countries." Londres: TRRL, Information Note (não publicada).

Transport Research Laboratory/Overseas Development Administration – TRL/ODA. 1991. "Towards Safer Roads in Developing Countries – A Guide for Planners and Engineers." Reino Unido: TRL/ODA.

Trinca, Gordon W. et al. 1988. "Reducing Traffic Injury – A Global Challenge." Austrália: Royal Australasian College of Surgeons.

U.S. Department of Transportation. 1968 e 1973. "Handbook of Highway Safety Design and Operating Practices" (1976. "Manual de Projeto e Práticas Operacionais Rodoviárias para a Segurança Rodoviária." Trad. Luiz Ribeiro Soares. Rio de Janeiro: Publ. IPR 608 – Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DNER).

Wright, Charles L. 1992. Fast Wheels, Slow Traffic: Urban Transport Choices. Filadélfia: Temple University Press.

ÍNDICE REMISSIVO